

მიქაუტაძე დალი
დავითულიანი ციციხო



მეტეოროლოგია–კლიმატოლოგია

აწსუ
ქუთაისი–2021

მეტეოროლოგია–კლიმატოლოგიის სალექციო კურსი შექმნილია აკაკი წერეთლის სახელმწიფო უნივერსიტეტის გეოგრაფიის საბაკლავრო პროგრამის სტუდენტებისათვის და გათვლილია, როგორც ძირითადი სასწავლო-სალექციო ლიტერატურა.

სალექციო კურსის მიზანია, გეოგრაფიისა და სხვა მომიჯნავე სპეციალობის დაინტერესებულ ბაკალავრებს მიაწოდოს სასწავლო-სამეცნიერო ინფორმაცია ატმოსფეროს შედგენილობასა და აგებულებაზე; ძირითად მეტეოელემენტებსა და მათი განაწილების თავისებურებანზე დროსა და სივრცეში; ჰავის ძირითად ტიპებსა და სარტყლებზე; კლიმატის ცვლილებაზე და მის გავლენაზე მეურნეობის დარგების განვითარებაზე;

სამეცნიერო რედაქტორი

ლიანა ქართველიშვილი – გეოგრაფიის მეცნიერებათა დოქტორი

რეცენზენტები:

მაგდანა კვაბზირიძე – გეოგრაფიის მეცნიერებათა აკადემიური დოქტორი

ნანა ზღიაძე – გეოგრაფიის მეცნიერებათა აკადემიური დოქტორი

ISBM 978-9941-495-01-4

აკაკი წერეთლის სახელმწიფო უნივერსიტეტის გამომცემლობა

მეტეოროლოგიისა და კლიმატოლოგიის კვლევის საგანი და ამოცანები

მეტეოროლოგია (ბერძნულად „meteoza” ნიშნავს ატმოსფერულ მოვლენებს, ხოლო „ლოგოს“ მოძღვრებას) არის მეცნიერება დედამიწის ატმოსფეროზე, მის სტრუქტურაზე, თვისებებზე და მასში მიმდინარე პროცესებსა და მოვლენებზე.

მეტეოროლოგიის კვლევის საგანია ატმოსფერო - ჰაერის გარსი, რომელიც გარს აკრავს დედამიწას. მეტეოროლოგიის თეორიული საფუძვლებია ფიზიკისა და ქიმიის ზოგადი კანონები. მეტეოროლოგია მიეკუთვნება გეოფიზიკურ მეცნიერებას, მას ატმოსფეროს ფიზიკასაც უწოდებენ.

მეტეოროლოგიის ძირითად ამოცანას წარმოადგენს ატმოსფეროს მდგომარეობის აღწერა დროის მოცემულ მომენტში.

ფიზიკურ მეტეოროლოგიასთან ერთად იგი ვითარდება როგორც სინოპტიკური მეტეოროლოგიის ერთიანი მეცნიერების მნიშვნელოვანი ნაწილი, რომლის მთავარი ამოცანაა ამინდის რეალური მდგომარეობის ანალიზი და მისი პროგნოზი.

მეტეოროლოგიაში განსაკუთრებული ადგილი უკავია თავისუფალი ატმოსფეროს - *აეროლოგიის* დეტალურ შესწავლას. დღეისათვის ჩამოყალიბდა აეროლოგიის ახალი დარგი - *აერონომია*, როგორც მეცნიერება ატმოსფეროს ზედა ფენების შესახებ, რომელიც იკვლევს გარე ატმოსფეროს და მასში მიმდინარე მოვლენებს.

მეტეოროლოგიის ისეთი განშტოებები, როგორიცაა მიკრომეტეოროლოგია (ზედაპირული ფენის ფიზიკა), აგრომეტეოროლოგია, სამშენებლო მეტეოროლოგია და ა.შ., იკვლევენ მათთვის დამახასიათებელ სპეციფიკურ პრობლემებს.

ატმოსფეროში მიმდინარე პროცესები ძირითადად ვითარდება მზიდან მიღებული ენერგიის გარდაქმნის ხარჯზე. ამ პროცესების შესწავლისას ფართოდ გამოიყენება ფიზიკის სხვადასხვა დარგში დადგენილი კანონები (ჰიდრომექანიკა, თერმოდინამიკა, გამოსხივებული ენერგიის შესწავლა და ა.შ.), რადგან ატმოსფერო მუდმივ ურთიერთქმედებაშია დედამიწის ზედაპირთან, აღნიშნული პროცესების შესწავლაში მხედველობაში მიიღება გეოგრაფიული ფაქტორების გავლენა (ზედაპირის ხასიათი,

რელიეფის თავისებურებები და ა.შ.). ამ ფაქტორებმა მეტეოროლოგია დაახლოვა გეოგრაფიულ მეცნიერებებთან. გარდა ამისა, მეტეოროლოგია მჭიდრო კავშირშია ჰიდროლოგიასა და ოკეანოლოგიასთან, დედამიწის თხევად და აირად გარსებში მომხდარი პროცესების ურთიერთმიმართების (ურთიერთზეგავლენის) გათვალისწინებით. მეტეოროლოგია - კლიმატოლოგია აგრეთვე მჭიდროდ არის დაკავშირებული გამოყენებითი ხასიათის რიგ დისციპლინებთან.

მეტეოროლოგიის პრაქტიკული ამოცანებია:

1) უზრუნველყოს ეკონომიკის სექტორისათვის მეტეოროლოგიური ინფორმაციის მიწოდება, კლიმატისა და ამინდის ხელსაყრელი პირობების მთლიანი და ეფექტური გამოყენების მიზნით და საშიში მეტეოროლოგიური მოვლენებისაგან თავდასაცავათ;

2) მეტეოროლოგიური მოვლენების პროგნოზირების (მათ შორის საშიში) სიზუსტისა და დროის ხანგრძლივობის გაზრდა.

ატმოსფეროს მდგომარეობის დასახასიათებლად იყენებენ რიგ მეტეოროლოგიურ სიდიდეებს, მათ შორის აღსანიშნავია:

- ✓ ჰაერის ტემპერატურა,
- ✓ ამოსფერული წნევა, სიმკვრივე და ტენიანობა;
- ✓ ქარის სიჩქარე და მიმართულება;
- ✓ ღრუბლიანობა, სიმაღლე და სისქე;
- ✓ ნალექების ინტენსივობა,
- ✓ მეტეოროლოგიური ხილვადობის დიაპაზონი, ნისლი;
- ✓ წყლის შემცველობა;
- ✓ სხივური ენერგიისა და სითბოს ნაკადები და ა.შ.

მეტეოელემენტების გარდა არჩევენ ატმოსფერული მოვლენებს. მათ შორისაა:

- ✓ ნისლი,
- ✓ ჭექა-ქუხილი,
- ✓ ყინული,
- ✓ მტვრიანი (ქვიშის) ქარიშხალი,

- ✓ნამი,
- ✓წაყინვა,
- ✓პოლარული ნათება და ა.შ.

მეტეოელემენტები და მოვლენები მუდმივად იცვლებიან სივრცესა და დროში. ამინდი ეწოდება ატმოსფეროს ქვედა ფენების მდგომარეობას მოცემულ დროსა და სივრცეში. "ამინდის" ცნებასთან მჭიდრო კავშირშია "კლიმატის" ცნება.

კლიმატი –მოცემული ადგილისათვის დამახასიათებელი ამინდის მრავალწლიანი რეჟიმია. კლიმატი, ამინდისგან განსხვავებით, შედარებით სტაბილურია და კონკრეტული ტერიტორიის მნიშვნელოვანი ფიზიკური და გეოგრაფიული მახასიათებელია.

კლიმატოლოგია არის მეცნიერების დარგია, რომელიც სწავლობს ამა თუ იმ ადგილისათვის დამახასიათებელ ატმოსფერული მოვლენების ერთობლიობას და მათ რეჟიმს, ასევე დედამიწის კლიმატის ფორმირების კანონზომიერებებს, მათ განაწილებას დედამიწის ზედაპირზე და ცვლილებებს წარსულსა და მომავალში.

ატმოსფერული პირობები, რომლებიც განსაზღვრავს თითოეული ადგილის კლიმატს განიცდიან პერიოდულ ცვლილებებს სეზონურად - ზამთრიდან ზაფხულში და ზაფხულიდან ზამთარში. პერიოდული ცვლილებების გარდა, მეტეო პირობები იცვლება ყოველწლიურად, რასაც წლიური ცვალებადობა ეწოდება. კლიმატს მჭიდრო კავშირი აქვს გეოგრაფიული ლანდშაფტის ელემენტებთან და მსოფლიო ოკეანესთან.

კლიმატი (ჰავა) არის ბუნებრივი ლანდშაფტის უმნიშვნელოვანესი კომპონენტი, რომელიც უდიდეს გავლენას ახდენს ადამიანის სამეურნეო საქმიანობაზე, სოფლის მეურნეობის სპეციალიზაციაზე, მრეწველობის დარგების განლაგებაზე, საზღვაო, სამდინარო, საჰაერო და სახმელეთო ტრანსპორტის განვითარებაზე.

კლიმატოლოგიის ძირითადი ამოცანებია:

- გლობალური კლიმატური სისტემის შესწავლა;
- უახლოეს მომავალსა და გრძელვადიან პერსპექტივაში გლობალურ და ადგილობრივ კლიმატურ პირობებში შესაძლო ცვლილებების პროგნოზი.

კლიმატოლოგია მეტწილად გეოგრაფიული მეცნიერებაა, რამდენადაც იგი შეისწავლის ცალკეული რეგიონების ჰავის რეჟიმს, გეოგრაფიული მდებარეობისა და ფიზიკურ-გეოგრაფიული თავისებურებებთან გათვალისწინებით. კლიმატის ტიპების წარმოქმნის, მათი თავისებურებების ანალიზის და დედამიწის ზედაპირზე სხვადასხვა კლიმატური ტიპების გავრცელების შესწავლისათვის კლიმატოლოგია ფართოდ იყენებს მეტეოროლოგიურ ინფორმაციას.

მეტეოროლოგიურ ინფორმაციას უწოდებენ, ინფორმაციას ატმოსფეროს რეალური მდგომარეობის, მოვლენების, წარსულისა და მომავალში მოსალოდნელი პროგნოზების შესახებ.

მეტეოროლოგიური ინფორმაცია იყოფა:

- რეგულარულ, გეგმის შესაბამისად გარკვეული დროის მიხედვით გადაცემულ ინფორმაციად;
- საგანგებო მდგომარეობა (ქარიშხალი), რომელიც იუწყება საშიში ამინდის ფენომენის დადგომის, აგრეთვე მისი გამმაფრების ან დასრულების შესახებ;
- ეპიზოდური, გათვალისწინებულია ცალკეულ მოთხოვნებზე მომსახურე ორგანიზაციები;
- სპეციალური განკუთვნილია გარკვეული ინდუსტრიებისთვის (მაგალითად, სარკინიგზო ტრანსპორტისათვის).

მეტეოროლოგიური ინფორმაციის ძირითადი ფორმაა ამინდის ყოველდღიური ბიულეტენი. იგი შეიცავს ამინდის სქემატურ რუკას, ბოლო დღის ამინდის ძირითადი მოვლენების მიმოხილვას, 1-3 დღის ამინდის პროგნოზს და კლიმატურ მონაცემებს.

ოპერატიული მეტეოროლოგიური მომსახურების ყველაზე მნიშვნელოვანი სახეობაა ამინდის პროგნოზი, რომელიც იყოფა შემდეგი კრიტერიუმების მიხედვით:

1. ტერიტორიული ნიშნის მიხედვით:
 - a. პუნქტი (ქალაქი, აეროპორტი და ა.შ);
 - b. ხაზობრივი (ავიახაზები, სარკინიგზო ხაზები და ა.შ);
2. დროის მიხედვით:
 - a. მოკლევადიანი (72 საათამდე);

b. საშუალოვადიანი (3-დან 10 დღემდე);

c. გრძელვადიანი (ერთი თვისა და სეზონის განმავლობაში);

3. შინაარსის მიხედვით:

- a. გაფრთხილებები ამინდის საშიში მოვლენების შესახებ, რომელიც მოიცავს: ძლიერ ქარს, წვიმას, შემცირებულ ხილვადობას, ქარიშხლებს, ინტენსიური ნალექები, სეტყვა, ყინული და წყინვები, ჰაერის ტემპერატურის უეცარი ცვლილებები, ძალიან მაღალი და ძალიან ჰაერის დაბალი ტემპერატურა, ყინვები და სხვა მოვლენები;
- b. ამინდის პროგნოზი ზოგადი და არა სპეციფიკურისა ზოგადოებრივი დანიშნულებისათვის;
- c. სპეციალიზირებული ამინდის პროგნოზები – შედგენილი ეკონომიკის კონკრეტული დარგისათვის და ა.შ.

მეტეოროლოგიის განვითარების ამჟამინდელ ეტაპზე, გამოიკვეთა რამდენიმე სპეციალური დისციპლინა, რომლებიც ატმოსფერული პროცესების სხვადასხვა ასპექტს შეისწავლიან. ამ დისციპლინებში შედის, უპირველეს ყოვლისა, ატმოსფერული ფიზიკა, რომელიც შეისწავლის ატმოსფერული მოვლენების ფიზიკურ კანონებს; სინოპტიკური მეტეოროლოგია, რომელიც შეისწავლის ამინდის წარმოქმნას და შეიმუშავებს მისი პროგნოზირების მეთოდებს; დინამიური მეტეოროლოგია, რომელიც შეისწავლის ატმოსფერული ფიზიკის თეორიულ საკითხებს ჰიდროდინამიკის, თერმოდინამიკის და ა.შ. მათემატიკური განტოლებების ამოხსნის საფუძველზე.

მეტეოროლოგიური ინფორმაციის გამოყენების პროცესში გაჩნდა გამოყენებადი მეტეოროლოგიის ქვედარგები. მათგან ყველაზე მნიშვნელოვანია სასოფლო სამეურნეო მეტეოროლოგია (აგრომეტეოროლოგია), საავიაციო (აერონავტიკური) მეტეოროლოგია, საზღვაო მეტეოროლოგია, კოსმოსური მეტეოროლოგია, სამხედრო მეტეოროლოგია, სამედიცინო და ბიომეტეოროლოგია და ა.შ.

შემაჯამებელი კითხვები

1. რას სწავლობს მეტეოროლოგია? რა არის ამინდი და კლიმატი, კლიმატოლოგია?
2. დაასახელეთ მეტეოროლოგიის პრაქტიკული ამოცანები
3. ამინდის პროგნოზის დაყოფის კრიტერიუმები
4. ძირითადი მეტეოელემენტები და ატმოსფერული მოვლენები
5. რა მნიშვნელობა აქვს მეტეოროლოგიას ეკონომიკის სხვადასხვა დარგისათვის?
6. მოიყვანეთ მაგალითები

მეტეოროლოგიის განვითარების ისტორია მეტეოროლოგიური დაკვირვებები

ატმოსფერული მოვლენების შესახებ ცოდნის პირველი ყველაზე მკაფიო სისტემა შეიმუშავა არისტოტელემ, მანვე შექმნა პირველი შრომა „მეტეოროლოგიური მოვლენების შესახებ“ (ჩვ.წ.აღ.384-322წწ).

მეტეოროლოგიის დაბადება, როგორც დამოუკიდებელი მეცნიერება, ასოცირდება სპეციალური მოწყობილობების: თერმომეტრის, ბარომეტრის, ნალექმზომის, ქარის სიჩქარისა და მიმართულების დასადგენად ადაპტირებული მოწყობილობების შექმნასთან. აღნიშნული მოწყობილობებით გაზომვების დაწყება თარიღდება XVII საუკუნის პირველი ნახევრით, როდესაც გალილეომ და მისმა სტუდენტებმა გამოიყენეს ინსტრუმენტები და შემოგვთავაზეს მეტეოლოგიური გაზომვის მეთოდები.

ატმოსფერული მოვლენების აღრიცხვა პირველი წერილობითი წყაროების მიხედვით ტარდებოდა – საბერძნეთში, რომში, ჩინეთში, ინდოეთში, ეგვიპტეში. XVI საუკუნიდან, როცა გალილეო გალილემ გამოიგონა თერმომეტრი (1597 წ), ხოლო ტორიჩელმა ბარომეტრი (1643 წ). აღნიშნულმა ხელსაწყოებმა დასაბამი მისცა ამინდის ძირითადი მახასიათებლების (წნევა, ტემპერატურა) შეფასებას.

მე-18 საუკუნის მეორე ნახევარში დაიწყო საქმიანობა მანჰეიმის მეტეოროლოგიურმა საზოგადოებამ, რომელმაც შექმნა საერთო ქსელი 39 სადგურით, მათ შორის სამი რუსეთში.

1849 წელს პეტერბურგში შეიქმნა მთავარი გეოფიზიკური ობსერვატორია.

1873 წელს ჩატარდა პირველი საერთაშორისო მეტეოროლოგიური კონგრესი ვენაში, ხოლო 1879 წელს გაიმართა მეორე ყრილობა, რომლის წევრი იყო დ.ი. მენდელეევი.

პირველი სახელმწიფო მეტეოროლოგიური სამსახურის ქსელი XIX საუკუნის დასაწყისში შეიქმნა. მეტეოროლოგიური სადგურები იყო პარიზში, ოქსფორდში, ლონდონში და სხვა. საქართველოში პირველი სისტემატური დაკვირვებები დაიწყო 1844 წელს თბილისში.

მეტეოროლოგიის მნიშვნელოვანი განვითარება მოხდა XIX და XX საუკუნეებში, როდესაც მიღებული იქნა პირველი მონაცემები ატმოსფეროს მაღალ ფენებში აეროლოგიური დაკვირვებების საფუძველზე მიმდინარე მოვლენებზე. მეტეოროლოგიური დაკვირვებების მასალების დაგროვების საფუძველზე, შეიქმნა კლიმატოლოგიის ძირითადი საფუძვლები, რომელიც სწრაფ განვითარებას XIX საუკუნის დასაწყისში იწყებს. ერთ-ერთი მოსაზრების მიხედვით კლიმატოლოგია შეიქმნა მაშინ, როცა ა.ჰუმბოლდტმა შეადგინა იზოთერმების პირველი რუკა.

1883 წლიდან იწყება საქართველოში პირველი აგრომეტეოროლოგიური დაკვირვებები საქარის და საგარეჯოს სადგურებზე, ხოლო სისტემატიური აგრომეტეოროლოგიური დაკვირვებები დაიწყო 1945 წლიდან.

მსოფლიო მეტეოროლოგიური ორგანიზაცია: მეორე მსოფლიო ომის შემდეგ (1947 წელს) გაეროში შეიქმნა მსოფლიო მეტეოროლოგიური ორგანიზაცია (WMO), რომელს შტაბბინა ჟენევაში მდებარეობს. მსოფლიო მეტეოროლოგიური ორგანიზაცია ხელს უწყობს ჰიდრომეტეოროლოგიური მხარდაჭერის გაფართოებას მსოფლიოში, იცავს მეტეოროლოგიური დაკვირვებებისა ფორმისა და დროის სტანდარტებს, გაზომვების სიზუსტეს და ასრულებს რიგ სხვა მნიშვნელოვანი ფუნქციებს.

საერთაშორისო მეტეოროლოგიური ორგანიზაცია ხელმძღვანელობს მისივე დაქვემდებარებაში მყოფ სამ მსოფლიო მეტეოროლოგიურ ცენტრს - ვაშინგტონში, მოსკოვსა და მელბურნში.

მსოფლიო მეტეოროლოგიის დღე 1961 წლიდან 23 მარტს აღინიშნება. ეს თარიღი მსოფლიო მეტეოროლოგიური ორგანიზაციის (WMO) დაარსების დღესთან არის დაკავშირებული. საქართველოში 1992 წლიდან აღინიშნება მეტეოროლოგიის დღე, მას შემდეგ რაც ქვეყანა მსოფლიო მეტეოროლოგიური ორგანიზაციაში გაწევრიანდა.

მეტეოროლოგიისა და კლიმატოლოგიის კურსის მიზანია სტუდენტებისათვის ატმოსფეროს შესახებ საბაზისო ცოდნის მიწოდება და ამინდისა და კლიმატის ჩამოყალიბებაზე მოქმედი ფიზიკური და ქიმიური პროცესები გაცნობა.

პრაქტიკული კურსის მთავარი მიზანია შეასწავლოს სტუდენტებს ატმოსფეროს მდგომარეობის ხარისხობრივი და რაოდენობრივი მახასიათებლების აღწერა და მასში მიმდინარე მოვლენები.

სწავლების პროცესში სტუდენტები ეცნობიან:

- ატმოსფეროს სტრუქტურას;
- ჰაერის შემადგენლობას;
- ატმოსფეროს წნევის, ტემპერატურის და ტენიანობის სივრცულ განაწილებას დედამიწაზე;
- მზის რადიაციის გარდაქმნას ატმოსფეროში;
- სითბურ და წყლის რეჟიმებს;
- ამინდის განმსაზღვრელ ძირითადი ცირკულაციური სისტემის თავისებურებებს განედების მიხედვით.

პრაქტიკული მუშაობის დროს სტუდენტები სწავლობენ მოწყობილობებს და იძენენ უმარტივესი მეტეოროლოგიური, გრადიენტური და აქტინომეტრიული დაკვირვებების უნარებს. იღებენ წარმოდგენას კლიმატურ სისტემაზე, გლობალური და ადგილობრივი კლიმატების კავშირზე, კლიმატის ფორმირებაზე, კლიმატის კლასიფიკაციის სისტემებზე და კლიმატის მსხვილმასშტაბიან ცვლილებებზე.

პირველი პრაქტიკული მუშაობა მოსამზადებელი ხასიათისაა, რომელზეც სტუდენტებს ევალებათ - მასწავლებლის მიერ რეკომენდებული ლიტერატურის ჩამონათვალის შედგენა, ნომენკლატურის შესწავლა, ამინდზე დაკვირვების დაწყება.

დავალება 1. დაიწყეთ წიგნების ჩამონათვალის შედგენა მეტეოროლოგია–კლიმატოლოგიის შესახებ – ავტორის, სახელწოდების, გამოცემის წელის, ადგილის, გვერდების რაოდენობისა და მოკლე აღწერის მითითებით. გამოყენების რეკომენდაციის მითითებით.

დავალება 2. დაიწყეთ ამინდზე დაკვირვება. აიღეთ რვეული "ამინდის დღიურებისათვის".

კალენდარი: თვე ————— წელი 20...

შენიშვნა	ამინდის შეფასება	სხვა მნიშვნელოვანი მოვლენები	ნალექები	დრუხიანობა–სახეობით	ქარის სიძლიერე ბალებში	ქარის მიმართულება	ატმოსფერული წნევა მმ–ში	საშ. ტემპერატურა °C	ტემპერატურა °C	დრო	თარიღი

ატმოსფეროში მიმდინარე მოვლენების შესწავლის მეთოდები

ატმოსფეროში მიმდინარე მოვლენების შესწავლისათვის იყენებენ ტრადიციული და არატრადიციული დაკვირვების მეთოდებს, მათ შორის აღსანიშნავია: დისტანციური დაკვირვების, ზონდირების, საველე-კვლევის, ექსპერიმენტის, სტატისტიკური, ფიზიკურ-მათემატიკური ანალიზისა და სინთეზის და სხვა მეთოდი.

ატმოსფეროში მიმდინარე მოვლენებზე და კლიმატზე დაკვირვებების მასალების ანალიზის საფუძველზე, ადგენენ შესასწავლი ელემენტების წარმოქმნის მიზეზებს. მეტეოროლოგიური დაკვირვება ხდება მიწისპირა ფენებში (ნიადაგის ზედაპირიდან 2 მ სიმაღლეზე), ხოლო დაახლოებით 40 კმ სიმაღლემდე ჩატარებულ დაკვირვებას აეროლოგიური დაკვირვება ეწოდება.

დაკვირვებების რადიოლოკაციურ მეთოდს მეტეოროლოგია მაღალი ფენების შესწავლისათვის იყენებს. რადიოლოკაციური სადგურების საშუალებით განისაზღვრება – ღრუბლების ზედა და ქვედა საზღვარი, ღრუბლებისა და მასთან დაკავშირებული მოვლენების (სეტყვა, თავსხმა წვიმა და სხვა) გავრცელების ადგილები, ქარის მიმართულება და სიჩქარე, ტემპერატურული გრადიენტისა და ტენიანობის გაზრდილი არეები და სხვა. რადიოლოკატორისა და რადიოზონდის ერთდროული მუშაობით ხდება ატმოსფეროს კომპლექსური ზონდირება; ზომავენ: ტემპერატურას, ტენიანობას, წნევას და ატმოსფეროს სხვა პარამეტრებს. რადიოლოკატორით ხდება აგრეთვე სეტყვის კერების აღმოჩენა და მასზე ზემოქმედების მოხდენა.

ექსპერიმენტის მეთოდს – მეტეოროლოგია იყენებენ ატმოსფერული პროცესების შესწავლის მიზნით. იგი ტარდება როგორც ლაბორატორიაში, ასევე ველზე. მეტეოროლოგიურ ექსპერიმენტს მიეკუთვნება:

- ნისლის გაფანტვა,
- სეტყვაზე ზემოქმედება,
ხოლო კლიმატურს:
- ქარსაცავი ზოლების გაშენება,
- მორწყვა,
- წყალსაცავების ორგანიზება.

მათი საშუალებით შეიძლება შემუშავდეს კლიმატზე ზემოქმედების მეთოდები. სტატისტიკური და ფიზიკურ-მათემატიკური ანალიზის მეთოდი.

სტატისტიკური ანალიზის – საშუალებით ხდება ატმოსფეროში მიმდინარე მოვლენების კანონზომიერების დადგენა. ამისათვის, მეტეოროლოგიური დაკვირვების მასალა უნდა იყოს ხანგრძლივი, სინქრონული და უწყვეტი.

ფიზიკურ-მათემატიკური ანალიზის მეთოდი – მეტეოროლოგიაში მნიშვნელოვანია ატმოსფერული მოვლენების ფიზიკური არსის ანალიზი, რასაც განსაზღვრავს ფიზიკური კანონები. ხდება დიფერენციალური განტოლებების შედგენა, რომელშიც შეაქვთ დაკვირვებების საფუძველზე მიღებული მაჩვენებლები და განტოლების ამოხსნით პოულობენ ატმოსფერული პროცესების ხარისხობრივ მახასიათებლებს. შესაძლებელია აგრეთვე მათი შემდგომი განვითარების წინასწარმეტყველებაც.

დისტანციური დაკვირვების მეთოდი – ეს მეთოდი თანამედროვე მეთოდია და გულისხმობს გარკვეული ტერიტორიის ფოტოგადაღებას კოსმოსიდან, რაც სულ უფრო ფართოდ გამოიყენება მეტეოროლოგიურ და კლიმატოლოგიურ კვლევებში.

მეტეოროლოგიური კვლევის ძირითადი ამოცანებია:

- ატმოსფეროში მიმდინარე მოვლენების აღწერა,
- მათი წარმოშობის და განვითარების კანონზომიერებების დადგენა,
- მათ საფუძველზე ატმოსფერული მოვლენების პროგნოზირების მეთოდების შემუშავება,
- ასევე ატმოსფეროში მიმდინარე პროცესებზე ზემოქმედება (იგულისხმება საშიშ მეტეოროლოგიურ მოვლენებთან ბრძოლის მეთოდები).

მეტეოროლოგიურ ელემენტებს უწოდებენ ჰაერის მდგომარეობის სხვადასხვა ხასიათს და ატმოსფეროს ზოგიერთ პროცესს. ძირითადი მეტეოროლოგიური ელემენტებია: ტემპერატურა (ჰაერის და ნიადაგის), ატმოსფერული წნევა, ჰაერის ტენიანობა, მოღრუბლულობა, ატმოსფერული ნალექები, მზის რადიაცია, ქარი და სხვა. მეტეოელემენტების მნიშვნელობა დროის გარკვეულ პერიოდში ხასიათდება მეტეოროლოგიური პირობებით (ამინდის პირობები).

მეტეოელემენტები სხვადასხვა მნიშვნელობის მქონე გავლენას ახდენენ ადამიანის ცხოვრებასა და მოღვაწეობაზე. აღნიშნული ელემენტები წარმოადგენენ მეტეოროლოგიურ ფაქტორებს, რომლებიც მოცემულ დროში მათი ურთიერთშეთანაწყობის პროცესში აყალიბებენ გარკვეულ პირობებს.

მეტეოელემენტები ცვალებადია დროსა და სივრცეში, ამიტომ მათზე დაკვირვებები ტარდება რეგულარულად, დღეღამეში ერთი პროგრამის მიხედვით, ერთი ტიპის მქონე ხელსაწყო-იარაღების საშუალებით მრავალრიცხოვან პუნქტებზე (სადგურები, საგუშაგოები). ასეთი პუნქტების საერთო რიცხვი, რომლებიც ეწევიან დაკვირვებებს, მთელ მსოფლიოში მრავალი ათასია. თავისი ხასიათის მიხედვით სადგურთა ქსელი იყოფა: მეტეოროლოგიურ, ჰიდროლოგიურ, აგრომეტეოროლოგიურ, აეროლოგიურ და სხვა სახის სადგურებად.

მეტეოროლოგიური საგუშაგოებისა და სადგურების ქსელთა ძირითადი დანიშნულებაა: დაკვირვება მეტეოელემენტებზე რეგულარული ინფორმაციის მიღების მიზნით და მათი გავლენა მცენარეებსა და საველე სამუშაოებზე, ფენოლოგიაზე, შეტყობინება სოფლის მეურნეობისათვის საშიში მოვლენების შესახებ.

მეტეოროლოგიურ ელემენტებზე დაკვირვებები ტარდება რამდენჯერმე დღეღამეში. მაგალითად კლიმატის შესწავლისას დაკვირვება ტარდება ადგილობრივი დროით 01, 07, 13 და 19 საათზე, ხოლო ამინდის სამსახურისათვის 00, 03, 06, 09, 12, 15, 18, და 21 საათზე გრინვიჩის დროით.

მეტეოროლოგიურ სადგურთა სამუშაოს ძირითად პროგრამაში ჩართულია დაკვირვებები ძირითად მეტეოელემენტებზე - ჰაერის T-ზე, ატმოსფეროს წნევაზე, მზის რადიაციაზე, ჰაერის ტენიანობაზე, ქარის მიმართულებასა და სიჩქარეზე, ღრუბლიანობაზე, ნალექებზე, თოვლის საბურველზე, ხილვადობაზე, ნიადაგის ტემპერატურაზე (ზედაპირის და მისი სხვადასხვა სიღრმის), აგრეთვე ატმოსფეროს ზოგიერთ მოვლენაზე (თრთვილზე, ნამზე, ლიპყინულზე, სეტყვაზე, ნისლზე და სხვა). აღნიშნული დაკვირვებები ტარდება სპეციალური მეტეოროლოგიური ხელსაწყო-იარაღებით (თერმომეტრებით, ნალექზომით, თოვლსაზომით, ფსიქრომეტრით,

ჰიგრომეტრით, ბარომეტრით, აქტინომეტრით, აგრეთვე თვითმწერი და დისტანციური ხელსაწყოებით და სხვა).

ატმოსფეროს ზედა ფენებში მეტეოროლოგიური პირობების მდგომარეობაზე დაკვირვება მიმდინარეობს სპეციალურ აეროლოგიურ სადგურებზე - წნევაზე, ჰაერის ტენიანობაზე და ტემპერატურაზე, ქარის სიჩქარეზე და მის მიმართულებაზე.

აეროლოგიურ დაკვირვებებს აწარმოებენ რადიოზონდების გაშვებით ატმოსფეროს მაღალ ფენებში, სადაც სწავლობენ მასში მიმდინარე პროცესებს და მოვლენებს. მდინარეებზე, ტბებზე, წყალსაცავებზე, აგრეთვე მდინარის ჩამონადენზე და წყლის სხვადასხვა რესურსებზე დაკვირვებებს აწარმოებს ჰიდროლოგიური სადგურები.

ტყის საფარი დიდ გავლენას ახდენს კლიმატზე და მეტეოროლოგიური ელემენტების მსვლელობაზე, ამიტომ საჭიროა სპეციალური სატყეო მეტეოროლოგიური სადგურის ორგანიზება. მისი მოწყობა ხდება ტყის მასივში და ტყის გარეთ, მონაცემების შედარების საფუძველზე ტყისა და ველის ურთიერთდამოკიდებულების დადგენის მიზნით. ტყის სიხშირის გავლენა მკვეთრად გამოხატულია ცენტრიდან პერიფერიისაკენ, რაც გათვალისწინებული უნდა იქნას მეტეოსადგურის ორგანიზების დროს. ამ ტიპის სადგურებში, გარდა მეტეოროლოგიური დაკვირვებებისა ატარებენ ფენოლოგიურ დაკვირვებებს, საზღვრავენ ნიადაგის ტემპერატურას, ტენიანობას, თოვლის საზურველის სიმაღლეს ტყეში და ტყის გარეთ.

დისტანციური და ავტომატური მეტეოროლოგიური სადგურები - მეტეოროლოგიური ინსტრუმენტების ერთობლიობაა, რომელთა საშუალებით ინფორმაცია დისტანციურად მიეწოდება მეტეოროლოგიურ სადგურში მდებარე ინსტრუმენტთა პანელში. მათი საშუალებით ხდება მეტეოროლოგიური სიდიდეების გაზომვის პროცესის დაჩქარება და გამარტივება, დამკვირვებლის გათავისუფლება. ყველა გაზომვა ტარდება 1-2 წუთში. ისინი ელექტრონული იმპულსების გაშიფტვის მეთოდით აწოდებენ ინფორმაციას მეტეოსადგურებს,

ავტომატური რადიომეტეოროლოგიური სადგურების - დამონტაჟება ხდება ძნელად მისადგომ ან დაუსახლებელ ადგილებში (მაღალმთიანი, არქტიკული

კუნძულები, მოდრეიფე ყიმულებზე). ისინი შედგება მეტეოროლოგიური და საჭიროების შემთხვევაში ჰიდროლოგიური სენსორების ერთობლიობისაგან; ცენტრალური მოწყობილობისაგან, რომელიც ამუშავებს ინფორმაციას სენსორებიდან და ინახავს შედეგებს მათი გადაცემამდე; აქვია რადიო გადამცემი აპარატურა და ენერგიის წყარო - ქარის გენერატორი ბატარეით.

ატმოსფეროს შესწავლის დისტანციურ მეთოდებს შორის, მეტეოროლოგიურმა რადარებმა ყველაზე მეტად პოვა განვითარება. მეტეოროლოგიური რადარები შექმნილია იმისთვის, რომ მიიღონ ინფორმაცია ღრუბლიანობის, ნალექების და მასთან დაკავშირებულ ამინდის საშიშ მოვლენებზე. ფართოდ გამოიყენება მოკლევადიანი ამინდის პროგნოზისათვის ავიაციაში. საშუალებას იძლევა დღის ნებისმიერ მონაკვეთში და ნებისმიერ ამინდში მოხდეს:

- ტროპოსფეროს მდგომარეობაზე მუდმივი დაკვირვება,
- მეტეოროლოგიური ობიექტების ვერტიკალური და ჰორიზონტალური ჭრილების მიღება, ღრუბლების საზღვრების განსაზღვრა,
- ნალექების ინტენსივობის გაზომვა,
- მეტეოროლოგიური პროცესების განვითარების ტენდენციისა და სიჩქარის შეფასება.

აეროლოგიური დაკვირვებები წარმოებს ზონდირების მეთოდით 35–40 კმ სიმაღლეზე, მეტეოსიდიდეების გაზომვა წარმოებს ზონდებით მიწოდებული მეტეოხელსაწყობების საშუალებით, დღეისათვის გამოყენებულია რადიოზონდები, რომლებიც თავისუფლად გადაადგილდებიან სივრცეში და მიღებულ მონაცემებს აგზავნიან რადიოლოკაციით დედამიწაზე განლაგებულ მეტეოსადგურებში.

ძლიერი გეოფიზიკური რაკეტები გამოიყენება ატმოსფეროს ზედა ნაწილის 100-450 კმ-ზე მეტი სიმაღლის შესასწავლად. ზედა ატმოსფეროს შესასწავლად ასევე გამოიყენება – მეტეოლადარები (ლაზერული ლოკატორები), ოპტიკური ტექნოლოგია და დედამიწის ხელოვნური თანამგზავრები.

შემაჯამებელი კითხვები

1. დაასაბუთეთ მეტეოროლოგია–კლიმატოლოგიის საკითხების ცოდნის მნიშვნელობა გეოგრაფისთვის;
2. მეტეოროლოგია–კლიმატოლოგიის განვითარების ეტაპები;
3. ატმოსფეროში მიმდინარე მოვლენების შესწავლის მეთოდები
4. მეტეოროლოგიური კვლევის ძირითადი ამოცანები
5. დისტანციური და ავტომატური მეტეოროლოგიური სადგურები
6. ავტომატური რადიომეტეოროლოგიური სადგურები

ატმოსფერო, ატმოსფეროს სტრუქტურა ატმოსფეროს ფენები და ფიზიკური თვისებები

ატმოსფერო დედამიწის გაზობრივი გარსია, რომელიც ცოცხალი ორგანიზმების საარსებო გარემოს წარმოადგენს. ატმოსფეროში მიმდინარეობს ყველა ის ფიზიკური პროცესი, რომელიც განაპირობებს ამინდის ფორმირებას და განსაზღვრავს მის მრავალფეროვნებას. ატმოსფერული ჰაერი წარმოადგენს ბიოსფეროს ერთ-ერთი მნიშვნელოვან კომპონენტს. მისი მნიშვნელობა ცოცხალი ორგანიზმებისათვის განუზომელია.

ატმოსფერო ეწოდება - დედამიწას ირგვლივ არსებულ ჰაერის გარსს, მისი საზღვრები 2000-3000 კმ-ია და ის დედამიწასთან ერთად ბრუნავს.

ჰაერი უფერო, უსუნო, გამჭვირვალე აირთა ერთგვაროვანი ნარევი. სუფთა ჰაერის 99.065 %-ს სამი ძირითადი აირითაა წარმოდგენილი:

1. N - აზოტი (78%),
2. O₂- ჟანგბადი (21%),
3. CO₂-ნახშირორჟანგი (0.039%).

გარდა ზემოაღნიშნული აირებისა ის მცირე რაოდენობით შეიცავს: არგონს, წყლის ორთქლის და სხვა ნარევებს. სიმაღლის ზრდასთან ერთად იცვლება ჰაერის ტემპერატურა და სიმკვრივე, ამ მახასიათებლების ცვლილების გამო ატმოსფერო რადენიმე ფენად იყოფა.

მზის ჭარბი ენერგიის ათვისებაში მნიშვნელოვან როლს ასრულებს გაზის ნარევი. ატმოსფეროს შემადგენლობა იცვლება სიმაღლეზე - დედამიწის ზედაპირიდან 65 კმ სიმაღლეზე – აზოტი 86%, ჟანგბადი კი მხოლოდ 19%.

დედამიწის ატმოსფეროს მრავალფეროვანი შემადგენლობა საშუალებას აძლევს მას შეასრულოს სხვადასხვა ფუნქცია და დაიცვას სიცოცხლე პლანეტაზე. მისი ძირითადი ელემენტებია:

- ნახშირორჟანგი (CO_2) მცენარის კვების პროცესში მონაწილე მნიშვნელოვანი კომპონენტი (ფოტოსინთეზი). ატმოსფეროში მისი გამოყოფა ხდება – ყველა ცოცხალი ორგანიზმის სუნთქვის, ორგანული ნივთიერებების გახრწნისა და წვის შედეგად. თუ ნახშირორჟანგი გაქრება, მასთან ერთად მცენარეებიც შეწყვეტენ არსებობას.
- ჟანგბადი (O_2) - უზრუნველყოფს ოპტიმალურ გარემოს პლანეტის ყველა ორგანიზმის სიცოცხლისთვის, რაც აუცილებელია სუნთქვისთვის. მისი გაქრობით პლანეტაზე ორგანიზმების 99% -ს სიცოცხლე შეწყვეტს.
- ოზონი (O_3) არის გაზი, რომელიც მოქმედებს, როგორც ულტრაიისფერი გამოსხივების ბუნებრივი შემწოვი, რომელსაც მზის გამოსხივება ასხივებს. მისი ჭარბი რაოდენობა უარყოფითად მოქმედებს ცოცხალ ორგანიზმებზე. გაზი ატმოსფეროში ქმნის სპეციალურ ფენას - ოზონის ფარს. გარე პირობებისა და ადამიანის საქმიანობის გავლენით, იგი თანდათანობით იწყებს გაუარესებას, ამიტომ მნიშვნელოვანია ჩვენი პლანეტის ოზონის შრის აღდგენის ზომების განხორციელება მასზე სიცოცხლის გადასარჩენად.

წყლის ორთქლი ატმოსფეროში - განსაზღვრავს ჰაერის ტენიანობას. ამ კომპონენტის პროცენტული მაჩვენებელი დამოკიდებულია სხვადასხვა ფაქტორზე. მასზე გავლენას ახდენს:

- ჰაერის ტემპერატურის მაჩვენებლები.
- რელიეფი, (ტერიტორია) ადგილმდებარეობა.
- სეზონურობა.

ეს გავლენას ახდენს წყლის ორთქლის რაოდენობაზე და ტემპერატურაზე - თუ ის დაბალია, მაშინ კონცენტრაცია არ აღემატება 1% -ს, ხოლო თუ მაღალია, 3-4% -ს აღწევს.

გარდა ამისა, დედამიწის ატმოსფერო შეიცავს მყარ და თხევად მინარევებს - ჭკარტლს, ნაცარს, ზღვის მარილს, სხვადასხვა მიკროორგანიზმს, მტკერს, წყლის წვეთებს.

დედამიწის ზედაპირიდან ატმოსფეროს ფენების შესწავლით, ადამიანებმა მიიღეს უამრავი ღირებული ინფორმაცია, რაც ტექნოლოგიური შესაძლებლობების

განვითარებასა და გაუმჯობესებას ეხმარება. ცოცხალ ორგანიზმებს სწორედ მათი არსებობა აძლევდა შესაძლებლობას წარმატებით განვითარებულიყო.

ცნობილია, რომ ატმოსფეროს წონა 5 კვადრილ ტონაზე მეტია. ფენებს აქვთ ბგერების გადაცემის უნარი, სანამ პლანეტის ზედაპირიდან 100 კმ-ზე არ მიაღწევენ, ეს თვისება ზემოთ ქრება, გაზების შემადგენლობა იცვლება. პოლუსებზე ზედაპირი ცივია და ტროპიკებთან უფრო ახლოს თბება.

ტემპერატურის მაჩვენებლებზე გავლენას ახდენს ციკლონური წვიმები, სეზონები და დღის დრო. შეიძლება გაირკვეს ატმოსფეროს წნევის სიძლიერე - ამ მიზნით გამოიყენება ბარომეტრი. მეცნიერებმა ხანგრძლივი დაკვირვების შედეგად დაადგინეს, რომ დამცავი ფენების არსებობა ხელს უშლის მეტეორიტებს (რომელთა საერთო მასა 100 ტონაა), რომ ყოველდღიურად დაუკავშირდნენ პლანეტის ზედაპირს.

საინტერესო ფაქტი ის არის, რომ ჰაერის შემადგენლობა (გაზების ნარევი ფენებში) დიდი ხნის განმავლობაში უცვლელი დარჩა - ეს ცნობილია დაახლოებით რამდენიმე ასეული მილიონი წლის განმავლობაში. მნიშვნელოვანი ცვლილებები ხდებოდა ბოლო საუკუნეებში მას შემდეგ რაც კაცობრიობამ წარმოების მნიშვნელოვანი ზრდა განიცადა. ატმოსფეროს მიერ განხორციელებული ზეწოლა გავლენას ახდენს ადამიანების კეთილდღეობაზე.

დედამიწის ატმოსფეროს ფიზიოლოგიური ზონაა 5 კმ, ამ ნიშნულის გავლის შემდეგ ადამიანში იწყება სპეციალური მდგომარეობა - ჟანგბადით შიმშილი. ამ პროცესში, ადამიანთა 95% განიცდის სამუშაო უნარის მკვეთრად შემცირებას, ასევე მომზადებული და გაწვრთნილი ადამიანის კეთილდღეობაც მნიშვნელოვნად უარესდება.

ატმოსფერო შედგება სხვადასხვა გაზის ნარევისაგან, რომელსაც ჰაერი ეწოდება. დედამიწის ჰაეროვანი გარსი არაერთგვაროვანია და შედგება განსხვავებული (ტენიანობით, სიმკვრივით, ჰაერის ცირკულაციის ხასიათით და სხვა) ფენებისაგან (ცხრილი 1).

ატმოსფეროს ფენები

ცხრ.1

ფენა	ზედა და ქვედა საზღვრის სიმაღლე (კმ)	ტემპერატურის მსვლელობის ხასიათი	გარდამავალი ფენა
ტროპოსფერო	მიწის პირიდან 8-10-მდე	მცირდება	ტროპოპაუზა
სტრატოსფერო	10-დან 50-მდე	მატულობს	სტრატოპაუზა
მეზოსფერო	50-დან 90-მდე	მცირდება	მეზოპაუზა
თერმოსფერო	90-დან 800-მდე	მატულობს	თერმოპაუზა
ეგზოსფერო	800-ზე ზევით	მატულობს	თერმოპაუზა

ატმოსფეროს ქვედა ფენაა ტროპოსფერო, რომელიც იწყება უშუალოდ დედამიწის ზედაპირიდან და ვრცელდება 8-10 კმ-დან 15 კმ-მდე. ამ ფენაში მიმდინარეობს ატმოსფეროს მნიშვნელოვანი ფიზიკური პროცესები. დედამიწასთან ახლოს მდებარე ფენაა და ამიტომ აქტიურად განიცდის მის გავლენას.

გამთბარი დედამიწის ზედაპირიდან გამოსხივებული ენერგიის ხარჯზე ხდება ჰაერის გათბობა. ამ ფენაში შეიმჩნევა ისეთი მოვლენები, რომლებიც მნიშვნელოვან გავლენას ახდენენ მცენარეთა ზრდა-განვითარებაზე და ადამიანის საქმიანობაზე. მიწისპირა ფენაში ჰაერის ტემპერატურა დღისით მაღალია, ხოლო ღამით დაბალი.

დაბალ ფენებში ქარის სიჩქარე ხახუნის შედეგად შესუსტებულია მაღალ ფენებთან შედარებით, მაგრამ სიმაღლის ზრდასთან ერთად ძლიერდება.

ტროპოსფერო ხასიათდება შემდეგი ფიზიკური თვისებებით და მოვლენებით:

- ✓ ტემპერატურის ვერტიკალური გრადიენტი დაახლოებით 0.6° ია. ე.ი. ჰაერის ტემპერატურა ყოველი 100 მ სიმაღლეზე 0.6° -ით კლებულობს;
- ✓ წყლის ორთქლის დიდი ნაწილი მოქცეულია ამ ფენაში;
- ✓ ტროპოსფეროში ჰაერი მოძრაობს, როგორც ვერტიკალურად ისე ჰორიზონტალურად.

ტროპოსფერო ატმოსფეროს ის ფენაა, სადაც მიმდინარეობს ყველა ფიზიკური პროცესი და ყალიბდება გარკვეული ხასიათის ამინდი. ამიტომ, მეტეოროლოგია ატმოსფეროს ძირითად მოვლენებს სწავლობს ტროპოსფეროში. თითქმის ყველა სახის ღრუბელი წარმოიქმნება ტროპოსფეროში. ტენიანი ჰაერი, რომელიც დედამიწის ზედაპირიდან მაღლა მიემართება, ადიაბატურად ფართოვდება, ცივდება და აღწევს ნაჯერ მდგომარეობას. ამის შემდეგ ორთქლი კონდენსირდება და წარმოიქმნება ღრუბლები. ამ უკანასკნელიდან გარკვეულ პირობებში გამოიყოფა ნალექები წვიმის, თოვლის და სხვა სახით.

ტროპოსფეროში ჰაერის მასების ჰორიზონტალურად გადაადგილების შედეგად წარმოიქმნება ქარი, რაც გარკვეულწილად განაპირობებს ამინდს. თუ ქარი აღმოსავლეთიდან ქრის, წლის თბილ პერიოდში მყარდება მშრალი და ცხელი ამინდი, თუ ჩრდილოეთიდან ქრის, დგება ცივი ამინდი და ა.შ. ტროპოსფეროს ზედა საზღვარზე ჰაერის ტემპერატურა დაბალია და შეადგენს -55° , -60° .

ატმოსფეროს მეორე ფენა ვრცელდება 10-დან – 50 კმ-მდე და მას სტრატოსფეროს უწოდებენ. იგი ტროპოსფეროსაგან გამოყოფილია ტროპოპაუზით. ეს ფენა უღრუბლოა, ტროპოსფეროსთან შედარებით ჰაერი ძალიან გამჭირვალეა. აქ ტემპერატურა 30 კმ-მდე უცვლელი რჩება (-55°), ხოლო 50 კმ სიმაღლეზე 0° -ს უტოლდება. ფენა დიდი რაოდენობით შეიცავს ოზონს, რომელსაც მზის რადიაციის მოკლე ტალღის ნაწილის შთანთქმის უნარი გააჩნია.

ოზონი ატმოსფეროში უმეტესად ჭექა-ქუხილის დროს წარმოიქმნება და მნიშვნელოვანი როლი აქვს მზის რადიაციის ულტრაიისფერი გამოსხივების ნაწილის შთანთქმაში. ამ სხივს ახასიათებს მაღალი ჯამური აქტივობა, რაც ცოცხალი ორგანიზმებისათვის საზიანოა. ოზონი ხელს უწყობს ორგანული ნივთიერებების დაშლას. იგი ჰაერში ადიდება აირის ჰიგროსკოპულობას, რაც აჩქარებს წყლის ორთქლის კონდენსაციის პროცესს, რაც დადებითი მოვლენაა ატმოსფერული ნალექების წარმოქმნისათვის.

სტრატოპაუზა სტრატოსფეროსა და მეზოსფეროს შორის გარდამავალი ფენაა, რომელშიც მაქსიმალური ტემპერატურა დაიკვირვება.

ატმოსფეროს შემადგენლობა

გავრცელება	ატმოსფეროს ფენები
10 000 კმ–მდე	ეგზოსფერო
500 კმ–მდე	თერმოსფერო
80 კმ–მდე	მეზოსფერო
50კმ–მდე	სტრატოსფერი
15 კმ–მდე	ტროპოსფერო

ატმოსფეროს ფენას, რომელიც 50-60-დან 80-90 კმ-მდე ვრცელდება მეზოსფერო ეწოდება. იგი ხასიათდება სიმაღლეზე ტემპერატურის სწრაფი კლებით. მეზოსფეროს ზედა საზღვარს, სადაც ყველაზე დაბალი ტემპერატურა დაიკვირვება (-80, -100°) მეზოპაუზა ეწოდება. მეზოსფეროში ტემპერატურა სიმაღლის ზრდასთან ერთად ეცემა და ზედა საზღვარზე -70, -80°-ს უტოლდება. დაახლოებით 80 კმ სიმაღლეზე ამ ფენაშია

ვერცხლისფერი ღრუბლები, რომელთა წარმოქმნაზე არსებობს განსხვავებული მოსაზრებები.

მეზოსფეროში განვითარებულია ტურბულენტური მოძრაობა, ქარის სიჩქარე 50-100 კმ/სთ აღწევს. მეზოსფეროს შემდეგ დაახლოებით 800 კმ სიმაღლეზე ვრცელდება თერმოსფეროს ფენა. ამ ფენაში ტემპერატურა დაახლოებით 2000°-ია, ჰაერი გაიშვიათებულია. მეზოსფეროსთვის დამახასიათებელია დიდი იონიზაცია. ე.ი. მასში დიდი რაოდენობითაა დადებითად და უარყოფითად დამუხტული ნაწილაკები, იონიზებული მოლეკულები და ატომები. დიდი იონიზაციის გამო ფენა ხასიათდება მაღალი ელექტროგამტარობით და მას იონოსფეროსაც უწოდებენ. მომდევნო ფენას, რომელიც 800 კმ-დან იწყება ეგზოსფეროს უწოდებენ. იგი ატმოსფეროს გარეგან გარსს წარმოადგენს. ამ ფენაში ძირითადად წყალბადის ატომებია. მასში ჰაერი გაიშვიათებულია, ვრცელდება 2000-10 000 კმ-მდე და გადადის საპლანეტაშორისო სივრცეში - ატმოსფეროს გარე კიდე, რომელიც ესაზღვრება კოსმოსს. აქ დედამიწის გარშემო მეტეოროლოგიური თანამგზავრები ტრიალებენ.

იონოსფერო არ არის ცალკეული ფენა, მაგრამ სინამდვილეში ეს ტერმინი გამოიყენება 60-დან 1000 კმ სიმაღლეზე ატმოსფეროს აღსაწერად. იგი მოიცავს მეზოსფეროს ზედა ნაწილებს, მთელ თერმოსფეროს და ეგზოსფეროს ნაწილს. იონოსფეროს თავის სახელს იმიტომ იღებს, რომ ატმოსფეროს ამ ნაწილში მზის გამოსხივება იონიზდება, როდესაც დედამიწის მაგნიტურ ველებს გადის და ეს ფენომენი ჩრდილოეთის შუქების მსგავსად შეიმჩნევა მიწიდან.

წყლის ორთქლი, აიროვანი და აეროზოლური მინარევები ატმოსფეროში

ატმოსფეროს ტენიანობას აფასებენ ჰაერში წყლის ორთქლის შემცველობით. მისი შემცველობა ატმოსფეროში ცვალებადია და მერყეობს 0-დან 4%-მდე. წყლის ორთქლის კონდენსაციასთან არის დაკავშირებული ისეთი მოვლენები, როგორიცაა – ღრუბლებისა და ნისლის წარმოქმნა, ნალექების მოსვლა, ჭექა-ქუხილი და სხვა.

კონდენსაციის და აორთქლების შედეგად შთანთქმული და გამოყოფილი სითბო მნიშვნელოვან როლს ასრულებს ატმოსფეროს ენერგეტიკული რესურსების გაზრდაში. ატმოსფეროში წყლის ორთქლის გადასვლასთან, აიროვანი მდგომარეობიდან თხევად ან მყარ მდგომარეობაში დაკავშირებულია ამინდისა და კლიმატის მნიშვნელოვანი პროცესები. წყლის ორთქლი დიდ გავლენას ახდენს დედამიწისა და ატმოსფეროს თერმულ რეჟიმზე. წყლის ორთქლი შთანთქავს რა მზის სხივურ ენერგიას, ათბობს ატმოსფეროს, რომელიც თავის მხრივ გამოასხივებს ინფრაწითელ რადიაციას, რომელიც მიმართულია დედამიწისაკენ.

წყლის აორთქლებაზე იხარჯება დიდი რაოდენობით სითბო. კონდენსაციის დროს გამოიყოფა დიდი რაოდენობით ენერგია, რომელიც ატმოსფეროს გათბობას ხმარდება. კონდენსაციის შედეგად წარმოქმნილი ღრუბლები აირეკლავს და შთანთქავს მზის რადიაციას.

წყლის ორთქლის შემცველ ჰაერს (ტენიან ჰაერს) დიდი მნიშვნელობა აქვს როგორც მცენარეებისათვის, ასევე ცხოველებისათვის. ატმოსფეროში აიროვანი მინარევებიდან მცენარეებისათვის მნიშვნელოვანია ნახშირორჟანგი, აზოტი, ჟანგბადი. ატმოსფეროს ქვედა ფენებში აზოტის მოცულობითი რაოდენობა 78%-ია, ჟანგბადის 21%, ხოლო დანარჩენი გაზების (არგონი, ნეონი, კრიპტონი, ქსენონი და ა.შ.) მინარევების პროცენტული შემადგენლობა 1%-ზე ნაკლებია.

აზოტი – ატმოსფეროში, აიროვანი აზოტის დიდი რაოდენობით შემცველობის მიუხედავად, მცენარის მიერ მისი უშუალოდ ჰაერიდან შეთვისება არ ხდება (გამონაკლისია დაბალ საფეხურზე მდგომი მცენარეები). მისი წრებრუნვის პროცესი განუწყვეტლივ მიმდინარეობს და შედეგად ბიოლოგიური ფიქსაციის ხარჯზე ხდება

ატმოსფეროს აზოტის ორგანულ ნაერთად გარდაქმნა. იგი მცენარის ნიადაგური კვების ერთერთ ძირითად ელემენტად ითვლება.

ჟანგბადი – ქიმიურად აქტიური აირია, რომელიც აუცილებელი ელემენტია ცოცხალი ორგანიზმების სუნთქვისათვის, ლპობის და წვის პროცესებისათვის. ატმოსფეროში მისი რაოდენობა თითქმის მუდმივია. ჟანგბადი ორგანულ ნივთიერებებთან ურთიერთქმედების დროს ცოცხალი ორგანიზმების უჯრედებში გამოყოფს ენერგიას, რომელიც უზრუნველყოფს მცენარეებისა და ცხოველების ცხოველმოქმედებას. ნიადაგის გამდიდრება ჟანგბადით, რაც მიიღწევა ნიადაგის აერაციის გაუმჯობესებით, ხელს უწყობს ნიადაგში ფესვთა სისტემის ზრდას, მიკროორგანიზმების მოქმედებას და მცენარეთა ნიადაგური კვების გაუმჯობესებას.

ნახშირორჟანგი – იგი ატმოსფეროში მცირე რაოდენობითაა და მეტად მერყევია წლების, წლის დროებისა და დღე-ღამის საათების მიხედვით. მისი რაოდენობა მეტია თბილ პერიოდში – ტენიან პირობებში (გამლიერებული ფოტოსინთეზის დროს). იგივე მიზეზი განაპირობებს მის სიმცირეს დღის საათებში. ნახშირორჟანგი გამოიყოფა ცოცხალი ორგანიზმებიდან სუნთქვისა და წვის პროცესში, ასევე სამრეწველო ობიექტებიდან, ვულკანების ამოფრქვევის დროს და ა.შ.

ტყის ნიადაგები ნახშირორჟანგს გამოყოფს მის ზედაპირზე მცხოვრები ბაქტერიებისა და სოკოების ცხოველმოქმედების შედეგად. ტყის ნიადაგებიდან ნახშირორჟანგის ინტენსიური გამოყოფა ხელს უწყობს ტყეების პროდუქტიულობის ზრდას. როცა ტყის მცენარეების ვარჯის ზევით ჰაერის შემადგენლობაში 0.03% ნახშირორჟანგია, ვარჯის შიგნით ასიმილაციის პროცესის შედეგად მისი შემცველობა 0.02%-ზე ნაკლებია. ვარჯის ქვედა ნაწილში ნახშირორჟანგის შემცველობა მაღალია და შეადგენს 0.05-0.08%-ს. ფოთლოვანი ტყის (მუხნარი, არყნარი) ნიადაგის ჰაერში შედარებით მეტი ნახშირორჟანგი წარმოიქმნება, ვიდრე წიწვოვანი ტყის (ნამცნარი, ფიჭვნარი) ნიადაგის ჰაერში.

ოკეანეებისა და მცენარის მწვანე ნაწილების მიერ ნახშირორჟანგის დიდი რაოდენობა შთაინთქმება. შთანთქმული ნახშირორჟანგი მზის სხივების დახმარებით იშლება და შედეგად მცენარეში წარმოიქმნება ნახშირწყლები და გამოიყოფა ჟანგბადი.

აეროზოლური მინარევები – ჰაერში დიდი რაოდენობითაა მყარი და თხევადი ნაწილაკების სახით. მათი კონცენტრაცია დიდია მსხვილ სამრეწველო ცენტრებში. ატმოსფეროში დაახლოებით 30-70 მლნ ტონა აეროზოლია, რომელთა დიდი ნაწილი (მტვრის) მთის ქანების დაშლის, ნიადაგის გამოფიტვის, ხანძრების, ვულკანური ამოფრქვევების და სხვა გზებით წარმოიქმნება.

აეროზოლების რაოდენობა და ხასიათი განსაზღვრავს ატმოსფეროში სხივთა გაბნევას და შთანთქმას, ჰაერის გამჭირვალობას და რიგ ოპტიკურ მოვლენებს. აეროზოლების უმთავრესად ტროპოსფეროშია გაბნეული, შედარებით მცირე კი სტრატოსფეროში, სადაც აეროზოლების ნაწილაკები დიდხანს ჩერდებიან. მავნე აირებიდან მნიშვნელოვანია ნახშირორჟანგი, რომელიც დიდი რაოდენობით შეინიშნება სამრეწველო საწარმოებიდან გამოყოფილ კვამლში. აღნიშნული კვამლის მავნე აირების მიმართ წიწვოვანებიდან განსაკუთრებით მგრძნობიარეა სოჭი, ნაძვი, ლარიქსი, ხოლო ფოთლოვანებიდან წიფელი, ნეკერჩხალი, მუხა, კოპიტი, თელა, ცაცხვი. მერქნიანი ჯიშების მავნე აირებისადმი გამძლეობა დამოკიდებულია მცენარეთა ასაკზე. მათ მიმართ განსაკუთრებულ მგრძნობიარობას იჩენს წიფლის ახალგაზრდა და სოჭის ხნიერი ხეები.

ატმოსფეროში დიდი რაოდენობითაა აგრეთვე მცენარეების მიერ გამოყოფილი აქროლადი ნივთიერებები – ფიტონციდები. ისინი დამლუპველად მოქმედებენ ატმოსფეროში არსებულ მავნე მიკროორგანიზმებზე და ბაქტერიებზე. ტყის ჯიშებიდან ფიტონციდური მცენარეებია ევკალიპტი, არყის ხე, ფიჭვი, კაკალი, ღვია და სხვა.

შემაჯამებელი კითხვები

1. როგორია ატმოსფეროს გაზობრივი შემადგენლობა?
2. ზედაპირიდან რა სიმაღლეზე ვრცელდება დედამიწის ატმოსფერო?
3. აღწერეთ ატმოსფეროს სტრუქტურა
4. როგორ წარმოიქმნება ოზონი და რა გავლენას ახდენს ის ატმოსფეროს მაღალი ფენების ტემპერატურაზე?
5. რა განსხვავებაა ატმოსფეროს მაღალი ფენების შემადგენლობასა და მისი ქვედა ფენების შემადგენლობას შორის?
6. წყლის ორთქლი ატმოსფეროში
7. ატმოსფეროს შემადგენელი აეროზოლები

მზის რადიაცია

მზის რადიაცია ენერგიის ერთადერთი წყაროა დედამიწისთვის. ამ ენერგიის ხარჯზე მიმდინარეობს პრაქტიკულად ყველა პროცესი ატმოსფეროში და მის ზედაპირზე. მზის გამოსხივების გავლენით დედამიწაზე გაჩნდა და არსებობს სიცოცხლე.

მზის რადიაცია ყველაზე მნიშვნელოვანი კლიმატწარმომქმნელი ფაქტორია. დედამიწაზე დაცემისას, სითბურ ენერგიად გარდაქმნილ მზის სხივური ენერგიის ნაკადს, მზის რადიაცია ეწოდება.

ყველა სხეული, რომლის ტემპერატურა აბსოლუტურ ნულზე მეტია, გამოასხივებს. ასეთ რადიაციას დედამიწა იღებს მზისგან და მას ტემპერატურულ რადიაციას უწოდებენ. მზის სხივური ენერგია დედამიწაზე დაცემისას გარდაიქმნება სითბოთ, რომელიც ათბობს მას. გამთბარი დედამიწა გამოასხივებს. გამოსხივებული ენერგიის რაოდენობა და ტალღის სიგრძე დამოკიდებულია სხეულის ტემპერატურაზე და მის თვისებებზე. ტემპერატურის მაჩვენებელი ტალღის სიგრძის უკუპროპორციულია, ანუ რაც მაღალია ტემპერატურა, მით ნაკლებია ტალღის სიგრძე.

დედამიწის საშუალო ტემპერატურა დაახლოებით 15° -ს შეადგენს. აღნიშნული ტემპერატურა საუკუნეების მანძილზე მნიშვნელოვნად არ იცვლება, რაც იმას ნიშნავს, რომ დედამიწა და ატმოსფერო მზისგან რა რაოდენობის ენერგიასაც იღებს, იმდენივეს გასცემს, ე.ი. დედამიწა სითბურ წონასწორობაშია.

მზის რადიაციის სპექტრული შემადგენლობა: შედგება სხვადასხვა სიგრძის მქონე ელექტრომაგნიტური ტალღებისაგან. მზის რადიაციის ტალღის სიგრძეს აქტინომეტრიაში მიკრომეტრებში (მკმ) გამოხატავენ. მზის სხივური ენერგიის დაყოფას ტალღების სიგრძის მიხედვით სპექტრს უწოდებენ, რომელიც იყოფა სამ ძირითად ნაწილად:

- a. ულტრაიისფერი სხივები (ტალღის სიგრძე < 0.40 მკმ);
- b. ხილული სხივები (ტალღის სიგრძე $0.40-0.76$ მკმ);
- c. ინფრაწითელი სხივები (ტალღის სიგრძე ≥ 0.76 მკმ).

მზის ჯამური რადიაციიდან ატმოსფეროს ზედა საზღვარზე სხივური ენერგიის სპექტრის ხილულ ნაწილზე მოდის - 46%, ინფრაწითელზე-47%, ულტრაიისფერზე - 7% . თუ მზის სხივს მიწის პრიზმაში გავატარებთ, თეთრ ეკრანზე მივიღებთ სხივების 7 ფერად ზოლს: წითელს, ნარინჯისფერს, ყვითელს, მწვანეს, ცისფერს, ლურჯს და იისფერს. მსგავს მოვლენას ბუნებაშიც აქვს ადგილი, რაც ცისარტყელის სახელწოდებითაა ცნობილი.

მზის მუდმივა და დედამიწაზე დაცემული ენერგია: მზის რადიაცია ატმოსფეროში გავლისას მნიშვნელოვან ცვლილებას განიცდის, შესაბამისად დედამიწის ზედაპირს ნაკლები ენერგია ეცემა, ვიდრე ატმოსფეროს ზედა საზღვარზე. ატმოსფეროს ზედა საზღვარზე დაცემული ენერგიის მხოლოდ ნახევარი აღწევს დედამიწის ზედაპირამდე. დაცემული ენერგია არ იცვლება, მუდმივია ატმოსფეროს ზედა საზღვარზე, ამიტომ მას მზის მუდმივას უწოდებენ. მუდმივია იქნება, ასევე დედამიწის ზედაპირზე დაცემული ენერგია, ატმოსფერო, რომ არ იყოს. მზის მუდმივა სითბოს ის რაოდენობაა, რომელსაც ატმოსფეროს ზედა საზღვარი 1კვ.სმ, მზის სხივებისადმი პერპენდიკულარულად მიმართული ზედაპირი იღებს 1 წთ-ის განმავლობაში, როცა დედამიწა მზისგან საშუალო მანძილითაა დაშორებული. მზის მუდმივას სიდიდე დამოკიდებულია მზესა და დედამიწას შორის მანძილზე და მზის გამოსხივების ინტენსივობაზე. საერთაშორისო შეთანხმების მიხედვით მზის მუდმივა 2,0 კალ/სმ² წუთის ტოლია.

მზის რადიაცია, ატმოსფეროში გავლის დროს ატმოსფერული გაზებისა და აეროზოლების შთანთქმის და გაბნევის შედეგად სუსტდება. ამასთანავე, იცვლება მისი სპექტრული შემადგენლობაც. ულტრაიისფერი სხივები შთაინთქმება ატმოსფეროს მაღალ ფენებში. სპექტრის ხილულ ნაწილში სუსტდება (გაბნევის შედეგად) მოკლე ტალღის სიგრძის სხივები – ლურჯი და იისფერი, კიდევ უფრო ნაკლებად სუსტდება გრძელი ტალღის სხივები–წითელი, ნარინჯისფერი. რაც უფრო მცირეა მზის სიმაღლე, მით უფრო ძლიერ გაიბნევა მოკლე ტალღები (იისფერი, ლურჯი, ცისფერი) და მით უფრო მეტია გრძელი ტალღების გავლის წილი (წითელი, ნარინჯისფერი). ამიტომ, მზე ჰორიზონტზე მოწითალო ფერს იღებს.

რაც უფრო დიდი რაოდენობით გვხვდება ნაწილაკები, რომლებიც გააბნევენ და შთანთქავენ რადიაციას, მით უფრო მცირეა ატმოსფეროს გამჭირვალობა. ატმოსფეროს გამჭირვალობა ხასიათდება გამჭირვალობის კოეფიციენტით, რომელიც გვიჩვენებს, მზის რადიაციის რა ნაწილი აღწევს პირდაპირი რადიაციის სახით დედამიწის ზედაპირამდე. გამჭირვალობის კოეფიციენტი მერყეობს 0.60-0.85 საზღვრებში, იგი სხვადასხვაა ტალღის სიგრძის შესაბამისად.

ნიადაგის ზედაპირზე მზიდან მიღებულ პარალელური სხივების ნაკადს პირდაპირი რადიაცია ეწოდება. მისი ინტენსივობა (მზისგან მიღებული ენერგია ხასიათდება ინტენსივობით) იზომება სითბოს იმ რაოდენობით კალორიებში (მცირე კალორია არის სითბოს ის რაოდენობა, რომელიც საჭიროა 1 გრ წყლის ერთი გრადუსით გასათბობად, 1000 მცირე კალორია შეადგენს დიდ კალორიას ანუ კილოგრამკალორიას, მცირე კალორიას აღნიშნავენ „კალ“, ხოლო დიდი კალორია - „კკალ“) რომელსაც ღებულობს სხივებისადმი პერპენდიკულარულად მიმართული 1 სმ² შავი ზედაპირი 1 წთ-ის განმავლობაში, რომელიც მასზე დაცემულ მზის ენერგიას მთლიანად შთანთქავს. მისი ენერგეტიკული მხარე დამოკიდებულია მზის დგომის სიმაღლეზე, ატმოსფეროს გამჭირვალობაზე, შემადგენლობასა და წლის პერიოდზე.

მზის რადიაციის ინტენსივობა ასევე იცვლება დაცემის კუთხის მიხედვით, კერძოდ რაც უფრო დიდია დაცემის კუთხე, მით უფრო დიდია რადიაციის ინტენსივობა, შესაბამისად ჰორიზონტალური ზედაპირი ყოველთვის ნაკლებ ენერგიას იღებს, ვიდრე პერპენდიკულარული ზედაპირი, ისეთი შემთხვევის გარდა როცა მზე ზენიტში იმყოფება, ასეთ შემთხვევაში ჰორიზონტალური ზედაპირის მიერ მიღებული ენერგია, იქნება პერპენდიკულარული ზედაპირის მსგავსი. ჰორიზონტალურ ზედაპირზე მზის ენერგიის დაცემას ეწოდება ისოლაცია.

ელიფსისებურ ორბიტაზე დედამიწის მზის გარშემო მოძრაობა იწვევს სხვადასხვა სეზონში დედამიწის განსხვავებული მანძილით დაშორებას მზიდან. მისი ინტენსივობა ზღვის დონიდან ადგილის სიმაღლის ზრდასთან ერთად იზრდება. მზის რადიაციის ტალღის სიგრძე, რომელიც აღწევს დედამიწამდე, მერყეობს 0.29-4.0 მკმ ფარგლებში. მ ფოტოსინთეზურად აქტიურ რადიაციაზე მოდის ენერგიის დაახლოებით ნახევარი

მზის პირდაპირ რადიაციას ახასიათებს დღიური და წლიური მსვლელობა. მზის ამოსვლისას მზის რადიაციის ინტენსივობა ძალზე მცირეა. მზის სიმაღლის ზრდასთან ერთად პირდაპირ რადიაცია თანდათან მატულობს და მაქსიმუმს შუადღისას აღწევს. პირდაპირი რადიაციის წლიური მსვლელობა პოლუსებზეა მკვეთრად გამოხატული, ზამთარში პოლარული ღამეების პირობებში მზის რადიაცია საერთოდ არ შეიმჩნევა. საშუალო განედებზე პირდაპირი რადიაციის მაქსიმუმი მოდის არა ზაფხულზე, არამედ გაზაფხულზე, რადგან ზაფხულის თვეებში წყლის ორთქლისა და მტვერის მომატების გამო, ატმოსფეროს გამჭვირვალობა დაქვეითებულია. საქართველოსათვის რადიაციის მაქსიმუმი აღინიშნება ივნისში, ხოლო მინიმუმი ზამთრის პერიოდში, დეკემბერში.

გაბნეული რადიაცია მზის რადიაციის ის ნაწილია, რომელიც ატმოსფეროში გავლის დროს გაიბნევა და ამ სახით აღწევს ნიადაგის ზედაპირს. სხივების გაბნევას ხელს უწყობს ატმოსფეროში არსებული მტვერი, ღრუბლები, გაზების მოლეკულები და სხვა.

ღრუბლებიდან რადიაციის გაბნევის ინტენსივობა რთულიპროცესია, რადგან აქ მხედველობაში მიიღება ღრუბლების რაოდენობა და მისი ვერტიკალური სიმძლავრე, ოპტიკური თვისება და სხვა. ახლად მოსული თოვლის საბურველი აირეკლავს პირდაპირი რადიაციის 70-90%-ს და ადიდება გაბნეულ რადიაციას ატმოსფეროში. ზღვის დონიდან ადგილის სიმაღლის მატებასთან ერთად მოწმენდილ ამინდში გაბნეული რადიაციის ინტენსივობა კლებულობს. გაბნეული რადიაციის, როგორც დღედამური, ისე წლიური სვლა თითქმის შეესაბამება პირდაპირი რადიაციის მსვლელობას. გაბნეული რადიაცია შეიმჩნევა მზის ამოსვლამდე დილით და სადამოს მზის ჩასვლის შემდეგ. მზის ამოსვლის და ჩასვლის პერიოდში იგი ძლიერ სუსტია. გაბნეული რადიაციის მაქსიმუმი წლიურ სვლაში შეიმჩნევა ზაფხულობით. ჰაერში მყოფი ნაწილაკების მიერ მზის სხივების გაბნევა ცის სილურჯის მიზეზია. მზის სხივები თეთრი შეფერილობისაა, თუმცა შეიძლება დაიშალოს სხვადასხვა ფერებად. ყველა ფერის სხივი ერთნაირად არ იშლება. ყველაზე მეტად გაიბნევა ლურჯი და იისფერი, რაც განსაზღვრავს ცის ლურჯ შეფერილობას. როცა ჰაერში დიდი რაოდენობით არის ღრუბლების ნაწილაკები, მაშინ ყველა ფერი ერთნაირად გაიბნევა

და ცა მოთეთრო ან რუხი შეფერილობისაა. გაბნეული რადიაციის შედეგია დღის სინათლე. გაბნევის არ არსებობის შემთხვევაში სინათლე მხოლოდ იქ იქნებოდა, სადაც სხივების დაცემა ხდება, ან იქ სადაც არეკლილი სხივები მიაღწევდა. აქედან გამომდინარე, ჩრდილში მუდმივად სიბნელე იქნებოდა. გაბნეული სხივების შედეგია ის, რომ მზის ჩასვლისთანავე არ ბნელდება, ხოლო მზის ამოსვლის წინ ნათდება. იმის მიხედვით, თუ რომელი სხივები უფრო მეტად გაიბნევა, ცა იღებს ყვითელ, წითელ და ა.შ. შეფერილობას.

მოწმენდილი ცის პირობებში გაბნეული რადიაცია მდიდარია მოკლეტალღოვანი სხივებით, ვიდრე პირდაპირი სხივებით, რაც ფიზიოლოგიურ ზეგავლენას ახდენს, მცენარეთა და ცხოველთა ზრდა-განვითარებაზე. მნიშვნელოვნად მატულობს ღრუბლიანობა განედის ზრდასთან ერთად, ამიტომ ჩრდილოეთით მდებარე ქვეყნებში გაბნეული რადიაციის როლი ცოცხალი სამყაროს განვითარებისათვის გაცილებით მეტია.

მზის სიმაღლეზე დამოკიდებული როგორც პირდაპირი, ისე გაბნეული რადიაციის ინტენსივობაც. მზე ჰორიზონტიდან რაც უფრო დაბლა დგას, იმდენად ნაკლებ პირდაპირ და გაბნეულ რადიაციას იძლევა.

მზის გაბნეული და პირდაპირი რადიაციებით მიღებულ სითბოს ჯამს, რომელიც მოდის ჰორიზონტალურ ზედაპირზე უწოდებენ **ჯამურ (მთლიან) რადიაციას**. ჯამური რადიაცია წარმოადგენს რადიაციული ბალანსის ძირითად შემადგენელ ნაწილს. დედამიწის ზედაპირზე იგი სითბოს ძირითადი ნაწილია. ჯამური რადიაცია მთლიანი ღრუბლიანობის შემთხვევაში წარმოდგენილია მხოლოდ გაბნეული რადიაციის სახით, ხოლო მოწმენდილი ამინდის დროს პირდაპირი და გაბნეულით. ჯამურ რადიაციაში პირდაპირი და გაბნეული რადიაციის თანაფარდობა დამოკიდებულია მზის სიმაღლეზე, ღრუბლიანობასა და ატმოსფეროს გაჭუჭყიანებაზე. გამჭირვალე ატმოსფეროს შემთხვევაში, მცირეა გაბნეული რადიაციის წილი ჯამურ რადიაციაში. ჯამური რადიაციის ინტენსივობა ენერგიის ის რაოდენობაა, რომელსაც ლეზულობს 1სმ^2 ჰორიზონტალური ზედაპირი 1 წთ-ის განმავლობაში.

მთლიანი რადიაციის ცვლილება დღედამურ და წლიურ მსვლელობაში მზის სიმაღლის ცვლილების პროპორციულია. დღედამურ სვლაში ჯამური რადიაციის მაქსიმუმი მოდის შუადღეზე, ხოლო წლიურ სვლაში ჩრდილოეთ ნახევარსფეროში ივნისში, სამხრეთ ნახევარსფეროში დეკემბერში.

ჯამური რადიაცია, რომელიც მოდის დედამიწის მოქმედ ზედაპირზე და საგნებზე, ნაწილი აირეკლება მისგან. ასეთ რადიაციას არეკლილ რადიაციას უწოდებენ. არეკვლის სიდიდე დამოკიდებულია ზედაპირის თავისებურებაზე. თეთრი ზედაპირი უფრო ინტენსიურად აირეკლავს, ვიდრე მუქი. არეკლილი რადიაციის დიდი ნაწილი მოდის კოსმოსურ სივრცეზე, ხოლო ნაწილი უბრუნდება ატმოსფეროს და დედამიწას.

დედამიწაზე მოსული ჯამური რადიაციის მნიშვნელოვანი ნაწილი შთაინთქმება ნიადაგის ზედა ფენების და წყლის მიერ, გარდაიქმნება სითბოდ, რის შედეგადაც თბება ნიადაგი და წყალი. სხვადასხვა ზედაპირის არეკვლის თვისებები განისაზღვრება სიდიდით, რომელსაც ალბედო ეწოდება. ე.ი. არეკლილი რადიაციის შეფარდება ჯამურ რადიაციასთან (Q) გვიჩვენებს ალბედოს (A) სიდიდეს, რომელიც გამოხატავს საგნის არეკვლითუნარიანობას. ალბედოს მაჩვენებელი ცვალებადია. მოქმედი ზედაპირის ალბედო დამოკიდებულია მის ფერზე, ტენიანობასა და სხვა თვისებებზე. მაგ:

- წიწვოვანი ტყე 10 – 15%
- ფოთლოვანი ტყე 15 – 20%
- ნოტიო, შავი ნიადაგი 5 %
- მოშიშვლებული, მშრალი ნიადაგი 40 %
- ნიადაგი მცენარეული საფარით 10 – 25 %
- ახალმოსული თოვლი 80 – 95 %

ყველაზე მეტი არეკვლის უნარი გააჩნია ახალმოსულ თოვლს. არეკვლა დამოკიდებულია აგრეთვე მზის დგომის სიმაღლეზე და იცვლება დღის განმავლობაში.

წყლის ზედაპირის ალბედო მცირეა ხმელეთის ალბედოს-თან შედარებით, რადგან მზის სხივი ხვდება წყალში, გაიბნევა და შთაინთქმება მასში. დიდი რაოდენობის მზის ენერგიას ირეკლავს ღრუბლების ზედაპირიც. მისი სიდიდე დამოკიდებულია ღრუბლების შემადგენლობაზე, სისქესა და მასში შემავალი წვეთების ზომაზე. გროვა

ღრუბლების ალბედო შეადგენს 78%-ს. სველი ფოთლისა და ნიადაგის ზედაპირი მშრალთან შედარებით ნაკლებად აირეკლავს მზის სხივებს.

სხვადასხვა ზედაპირის ალბედოს გააჩნია მკვეთრად გამოხატული დღელამური და წლიური მსვლელობა, რომელიც დამოკიდებულია მზის სიმაღლეზე და იცვლება დღის განმავლობაში. ხმელეთის, ზღვებისა და ღრუბლების ალბედოზე დაკვირვებაწარმოებს დედამიწის ხელოვნური თანამგზავრიდან. ალბედო საშუალებას იძლევა გავიანგარიშოთ სხვადასხვა ზედაპირის მიერ შთანთქმული რადიაციის რაოდენობა. ზღვის ალბედოს მიხედვით შეიძლება განვსაზღვროთ ტალღის სიმაღლე, ხოლო ხმელეთის ალბედოს მიხედვით, შესაძლებელია შეფასდეს მცენარეული საფარის მდგომარეობა.

დედამიწის ზედაპირიდან გამოსხივება განუწყვეტლივ მოდის, ასევე განუწყვეტლივ ღებულობს დედამიწა სითბოს მზისგან. გამოსხივების ინტენსივობა იზრდება გამომსხივებელი ზედაპირის ტემპერატურის ზრდასთან ერთად. დღისით, მაღალი ტემპერატურის პირობებში ნიადაგი მეტად თბება, ამიტომ გამოსხივება მცირდება. ამ ორი ნაკადის (ატმოსფეროს და დედამიწის) სხვაობას ეფექტური გამოსხივება ($E_{\text{ეფ}}$) ეწოდება და გამოისახება შემდეგი ფორმულით:

$$E_{\text{ეფ}} = E_{\text{დ}} - E_{\text{ა}}.$$

მოქმედი ფენის ეფექტური გამოსხივება დამოკიდებულია არსებული სხეულის ტემპერატურაზე, ტენიანობაზე, ჰაერის ტემპერატურაზე და ღრუბლიანობაზე. ეფექტური გამოსხივება იზრდება დედამიწის ტემპერატურის მატებასთან ერთად, ხოლო ჰაერის ტემპერატურის და ტენიანობის გაზრდით იგი მცირდება. ღრუბლიანობის მომატებით ეფექტური გამოსხივება ($E_{\text{ეფ}}$) მცირდება.

დედამიწის გამოსხივებით იკარგება სითბური ენერგია, რომლის უდიდეს ნაწილს შთანთქავს ატმოსფერო და ათბობს ჰაერს, ხოლო მეორე ნაწილი მიდის არსებულ სივრცეში. ატმოსფეროს მიერ გამოსხივებულ რადიაციას, რომელიც დედამიწისაკენ არის მიმართული შემხვედრ რადიაციას უწოდებენ. იგი მიმართულია დედამიწის მიერ გამოსხივებული რადიაციისაკენ. ღრუბლებს დიდი გამოსხივების უნარი გააჩნიათ, ამიტომ შემხვედრი გამოსხივება იზრდება ღრუბლიანობის მომატების მიხედვით.

მოდრუბლულობა დიდ გავლენას ახდენს ატმოსფეროსა და დედამიწის გამოსხივებაზე. რაც უფრო მშრალია ჰაერი, მით მეტია დედამიწის გამოსხივება. აქედან გამომდინარე, მოწმენდილი ცის და ჰაერში წყლის ორთქლის მცირე რაოდენობის გამო ეფექტური გამოსხივება მატულობს.

ეფექტური გამოსხივების დღედამური სვლა ხასიათდება 12-14 საათზე მაქსიმუმით, ხოლო მზის ჩასვლის წინ მინიმუმით. წლიური სვლა კონტინენტური კლიმატის პირობებში ხასიათდება მაქსიმუმით ზაფხულის თვეებში და მინიმუმით ზამთარში.

შემაჯამებელი კითხვები

1. რადიაციის სახეები
2. მზის გამოსხივების სპექტრული შემადგენლობა.
3. პირდაპირი და დიფუზური გამოსხივება. გაფანტული რადიაცია და მისი მნიშვნელობა.
4. პირდაპირი და გაფანტული გამოსხივების ყოველდღიური და წლიური ცვალებადობა.
5. ჯამური რადიაცია და მისი განაწილება დედამიწის ზედაპირზე
6. არეკლილი რადიაცია. ალბედო.
7. დედამიწის ზედაპირისა და ატმოსფეროს გრძელი ტალღური გამოსხივება. შემხვედრი გამოსხივება. ეფექტური გამოსხივება.

დედამიწის ზედაპირის რადიაციული ბალანსი

რადიაციული ბალანსი ეწოდება – სხვაობას მზის სხიური ენერგიის შემოსულ ანუ შთანთქმულ რადიაციასა და გასულ ანუ ეფექტურ გამოსხივებას შორის. რადიაციული ბალანსი წარმოადგენს მნიშვნელოვან კლიმატურ ფაქტორს, რომელიც უშუალო გავლენას ახდენს ნიადაგის და ატმოსფეროს მიწისპირა ფენაში ტემპერატურის განაწილებაზე, ჰაერის მასების ტრანსფორმაციაზე, თოვლის დნობის პროცესებზე და ა.შ.

რადიაციული ბალანსი შედგება შემოსული: პირდაპირი, გაბნეული, ატმოსფეროს შემხვედრი რადიაციებისაგან და გასული: არეკლილი რადიაციისა და დედამიწის ზედაპირის ეფექტური გამოსხივებისაგან. რადიაციული ბალანსის განტოლებას აქვს შემდეგი სახე (მელაძე მ. 2011:37)

$$B = \overline{S} + D - R_a - E_d - E_a,$$

სადაც B - რადიაციული ბალანსია, $\overline{S}$ - პირდაპირი რადიაცია, მოსული ჰორიზონტალურ ზედაპირზე, D - გაბნეული რადიაცია, R_a – არეკლილი რადიაცია, E_d – დედამიწის ზედაპირის გამოსხივება, E_a – ატმოსფეროს შემხვედრი გამოსხივება.

რადიაციული ბალანსის განტოლება შეიძლება დაიწეროს შემოკლებული სახითაც:

$$B = Q - R_a - E_{\text{ეფ}},$$

სადაც Q - ჯამური (მთლიანი) რადიაციაა, $E_{\text{ეფ}}$ – ეფექტური გამოსხივება.

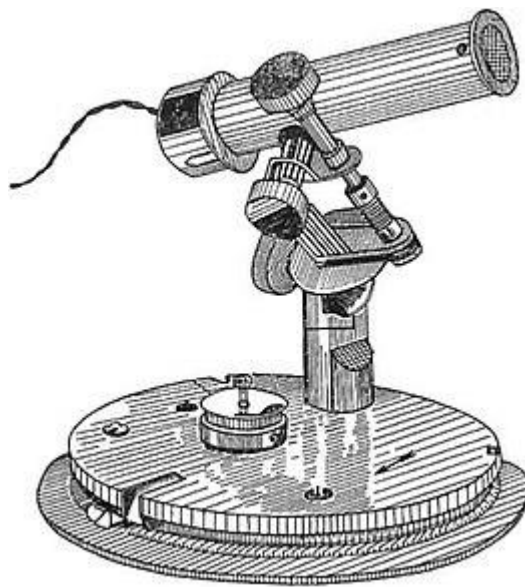
დადებითი რადიაციული ბალანსის დროს, შემოსული რადიაცია მეტია გასულზე. ამ შემთხვევაში დედამიწის მოქმედი ფენა იწყებს გათბობას. უარყოფითი რადიაციული ბალანსის დროს აღნიშნული ფენა ცივდება. დღისით რადიაციული ბალანსი დადებითია, ხოლო ღამით უარყოფითი. მცენარეული საფარით, ტერიტორიის რადიაციული ბალანსის შესწავლა საშუალებას იძლევა გამოითვალოს იმ რადიაციის რაოდენობა, რომელიც შთანთქმება მცენარეებით და ნიადაგით. ბალანსის გამოთვლა ხდება წუთის, დღედამის, თვის, სეზონის და წლის შუალედებისათვის.

იგი შეიძლება იყოს როგორც დადებითი, ასევე უარყოფითი.

მაღალმთაში რადიაციული ბალანსი დადებითი მხოლოდ ზამთრის თვეებშია. რადიაციული ბალანსის სიდიდე დამოკიდებულია სიმაღლეზე, ღრუბლიანობაზე და ა.შ. წლიური რადიაციული ბალანსი დედამიწის ზედაპირზე თითქმის ყველგან დადებითია (გამონაკლისია გრელანდია და ანტარქტიდა), რაც ნიშნავს, რომ შთანთქმული რადიაცია მეტია ეფექტურ გამოსხივებაზე.

მზის რადიაციის მახასიათებლების გასაზომად გამოიყენება აბსოლუტური და შეფარდებითი მეთოდები. აბსოლუტური ხელსაწყოები გამოიყენება შეფარდებითი ხელსაწყოების შემოწმებისათვის. რეგულარული დაკვირვებების დროს, ექსპედიციებში, საველე პირობებში გამოიყენება შედარებითი ხელსაწყოები. ყველაზე ფართოდ გამოიყენება თერმოელექტრული ხელსაწყოები – აქტინომეტრი, პირანომეტრი და ალბედომეტრი.

თერმოელექტრული აქტინომეტრი – ხელსაწყო გამოიყენება მზის პირდაპირი რადიაციის გაზომვისათვის. მის მიმღებ ნაწილს წარმოადგენს მოვერცხლილი დისკო, რომლის მზისკენ მიმართული ზედაპირი გაშავებულია.

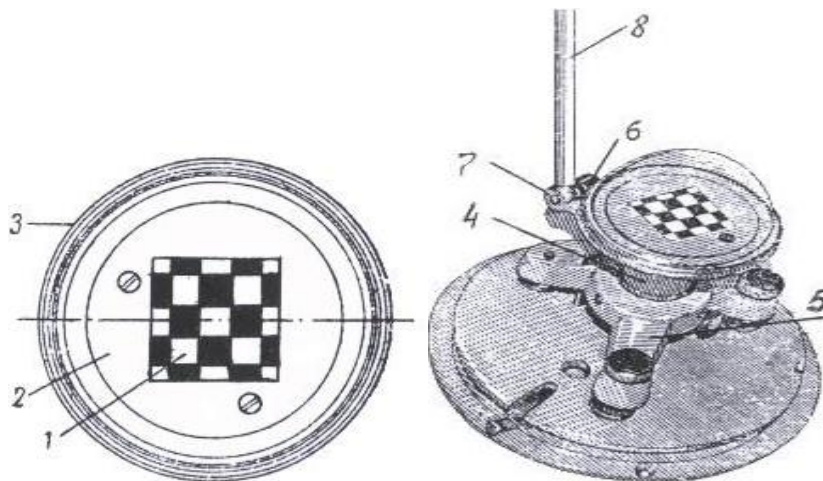


თერმოელექტრული აქტინომეტრი

დისკოს მეორე მხარეზე მიწებებული აქვს თერმოზატარეის ნარჩილები, რომლებიც მანგანუმისა და კონსტანტანის ბოლოებისაგან შედგება და აქვს ვარსკვლავის ფორმა. კენტი ნარჩილები განლაგებულია ვარსკვლავის ცენტრში, ხოლო ლუწი ნარჩილები – ვარსკვლავის პერიფერიაზე. გაშავებული დისკო ვარსკვლავთან ერთად მოთავსებულია

აქტინომეტრის ქვედა გაფართოებულ მილში. მზის სხივები, რომლებიც ხვდება დისკოზე, ათბობს მას და მასზე მიწებებულ ვარსკვლავის შიგა ნარჩილებსაც, ხოლო გარე ნარჩილები ჩრდილში რჩება და ინარჩუნებს ჰაერის ტემპერატურას. თერმოდენს იწვევს შიგა და გარე ნარჩილების ტემპერატურათა სხვაობა, რომელიც რადიაციის ინტენსივობის პროპორციულია. თერმოდენის გაზომვა ხდება აქტინომეტრთან მიერთებული გალვანომეტრით.

თერმოელექტრული პირანომეტრი – ხელსაწყო გამოიყენება გაზომვის და ჯამური რადიაციის გაზომვისათვის. მის მიმღებ ნაწილს წარმოადგენს თერმოელექტრული ბატარეა, რომელიც შედგება მანგანუმისა და კონსატანტანის თერმოელემენტებისაგან. მათი ზოლები თანმიმდევრობით არიან მიერთებული ერთმანეთთან. თერმობატარეის წყვილი ნარჩილები შედგებილია თეთრი ფერით, ხოლო კენტი ნარჩილები შავი ფერით. ისინი განლაგებულია ჭადრაკულად და თბებიან არათანაბრად, რაც ქმნის ტემპერატურათა სხვაობას და წარმოქმნის თერმოელექტრულ დენს. პირანომეტრის ზედა ნაწილი შედგება თერმობატარეის კორპუსისა და მინის ხუფისაგან, რომელიც მიხრახნილია სადგამზე და ხრახნით ჩამაგრებულია სამფეხში.



თერმოელექტრული პირანომეტრი

სამფეხი ბუდით დამაგრებულია საფუძველზე, რომელსაც გააჩნია გამაწონასწორებელი ხრახნი. გაზომვის დროს პირანომეტრი მოყავთ ჰორიზონტალურ მდგომარეობაში, ხრახნის დახმარებით. დენის გაზომვა ხდება გალვანომეტრით, რომლის ჩვენება

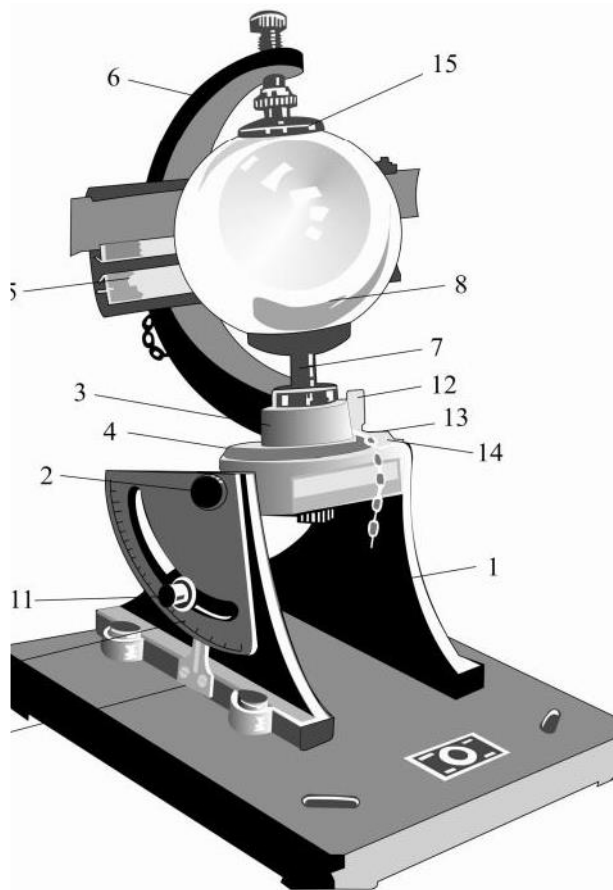
გადაიყვანება კალორიებში. გალვანომეტრის ისრის ნულოვანი მდებარეობის განსაზღვრისათვის და მინის ნახევარსფეროს დასაცავად, პირანომეტრის ზედა ნაწილს ეხურება ლითონის ხუფი.

საველე ელექტრული ალბედომეტრი – ხელსაწყო გამოიყენება საველე პირობებში ჯამური და არეკლილი რადიაციის გაზომვისათვის. მის მიმღებ ნაწილს წარმოადგენს პირანომეტრის თავი, რომელიც ჩახრახნილია მილში კარდანული საკეტით და სახელურით. სახელურის 180°-ით მობრუნების დროს მიმღები ნაწილი შეიძლება მიმართული იქნას ზევით, შემოსული მოკლეტალღოვანი რადიაციის გაზომვისათვის და ქვემოთ არეკლილი მოკლეტალღოვანი რადიაციის გასაზომად.



საველე ელექტრული ალბედომეტრი

უნივერსალური ჰელიოგრაფი – ხელსაწყო გამოიყენება მზის ნათების ხანგრძლივობის განსაზღვრისათვის დროის იმ მონაკვეთში, რომლის დროსაც მზე არ იყო დაჩრდილული ღრუბლებით. ჰელიოგრაფის ძირითად ნაწილს წარმოადგენს მინის სფერო, რომელიც ფოკუსში კრეფს მასზე დაცემულ მზის სხივებს. სფეროსა და მთავარი ფოკუსის მანძილებს შორის რკალისებრ დამჭერზე დამაგრებულია ჩარჩო, რომლის შიგა მხარიდან ამოკვეთილია სამი წყვილი ჭრილი მუყაოს ბაფთის ჩასადებად. მზიან ამინდში ბაფთაზე დაცემული სხივები ტოვებს ამომწვარ ზოლს, რომლის მიხედვით იგებენ, თუ რამდენ ხანს ანათებდა მზე დღის, თვის და წლის განმავლობაში.



უნივერსალური ჰელიოგრაფი

ჰელიოგრაფი იდგმება ღია ადგილზე, განედის შესაბამის რიცხვზე, სკალის მიხედვით, რომელიც მოთავსებულია უძრავ სადგარზე.

თერმოელექტრული ბალანსზომი – ხელსაწყო გამოიყენება ზედაპირის რადიაციული ბალანსის გაზომვისათვის. მის გაშვებულ ზედაპირზე ეცემა მზის სხივები. მეორე ზედაპირზე, რომელიც მიმართულია დედამიწისაკენ ჩრდილშია, ისე რომ პირველი მათგანი ხურდება მეორე ცივი რჩება, რაც იწვევს ტემპერატურათა სხვაობას. წარმოქმნილი თერმოელექტრული დენი, იზომება გალვანომეტრით. აღნიშნული დენის ძალა შეესაბამება რადიაციული ბალანსის სიდიდეს. ღამით, მისი ჩვენება ეფექტური გამოსხივების ტოლი იქნება. ბალანსზომის ჩვენება დამოკიდებულია ქარის სიჩქარეზეც, რადგან ქარის სიჩქარის გაზრდასთან ერთად მატულობს კონვექტური სითბოს გავლენა. ამ გავლენის აღრიცხვისათვის ბალანსზომის სიმაღლეზე და მის ახლოს დგამენ ანემომეტრს.

ლუქსმეტრი – ხელსაწყო გამოიყენება განათების გაზომვისათვის. მის მიმღებ ნაწილს წარმოადგენს სწორკუთხედი ფორმის სელენის ფოტოელემენტი. ლუქსმეტრის გამზომი წარმოადგენს მაგნიტოელექტრულ ხელსაწყოს, რომელიც პლასტმასის ჩარჩოშია მოთავსებული. კორპუსის წინა მხარეს არის სკალა, რომელზედაც სამ რიგად აღნიშნულია ციფრები (განათებულობის განზომილების სამი ზღვრის გამომხატველი).



ლუქსმეტრი

ხელსაწყოს ზედა ნაწილში მოთავსებულია დამჭერები, მიმღები ნაწილის მიერთებისათვის და სახელური, საზღვრების გადართვისათვის. ქვედა ნაწილშია კორექტორი, რომელიც უზრუნველყოფს ისრის ნულოვან მდებარეობაში გაჩერებას. ლუქსმეტრი გამოიყენება 10-35° ტემპერატურის პირობებში. ხელსაწყოს ფოტოელემენტსა და გამზომს დგავენ ჰორიზონტალურად და აზუსტებენ ისრის მდებარეობას. კორექტორით რეგულირება ხდება მაშინ, როცა ისარი არ ემთხვევა სკალის ნულოვან მდებარეობას. ამის შემდეგ ხდება გამზომის მიერთება პოლარობის დაცვით.

შემაჯამებელი კითხვები

1. რომელ მეთოდს ეფუძნება მზის გამოსხივების ხანგრძლივობის დადგენა?
2. რას ეწოდება პირდაპირი რადიაცია და რაზეა ის დამოკიდებული?
3. როგორია მზის სხივების სპექტრული შემადგენლობა?
4. კლიმატური რუკის საშუალებით განსაზღვრეთ რადიაციული ბალანსის გეოგრაფიული განაწილება დედამიწაზე.

ატმოსფეროს ტემპერატურული რეჟიმი ჰაერის ტემპერატურის გაზომვა

ჰაერს, ისევე როგორც ნებისმიერ სხეულს, ყოველთვის აქვს აბსოლუტური ნულისგან განსხვავებული ტემპერატურა. ატმოსფეროს თითოეულ წერტილში ჰაერის ტემპერატურა მუდმივად ცვალებადია. გარდა ამისა, დედამიწის სხვადასხვა ადგილზე ის ასევე განსხვავებულია. დედამიწის ზედაპირზე ჰაერის ტემპერატურა იცვლება განედების მიხედვით; ყველაზე მაღალი ტემპერატურა დაფიქსირდა ტროპიკულ უდაბნოებში 60°C , ხოლო ჰაერის ყველაზე დაბალი ტემპერატურა – 90°C დაფიქსირდა ანტარქტიდაზე არსებულ სადგურ „ვოსტოკზე“. აქედან გამომდინარე ტემპერატურული ამპლიტუდა დედამიწის ზედაპირზე შეადგენს 150°C .

ატმოსფეროში ტემპერატურის განაწილებას და მის ცვალებადობას ატმოსფეროს სითბური რეჟიმი ეწოდება.

ატმოსფეროს სითბური რეჟიმი განისაზღვრება დედამიწისა და ატმოსფეროს შორის სითბოს გაცვლით. სითბოს გადატანას ნიადაგის მოქმედ ზედაპირსა და ატმოსფეროს შორის შემდეგი პროცესები განაპირობებენ: სითბური კონვექცია. იგი გამოწვეულია დედამიწის ზედაპირის არათანაბარი გათბობით და სითბოს გადაცემის მნიშვნელოვან ფაქტორს წარმოადგენს. კონვექცია ვითარდება დღისით, მოწმენდილ ამინდში (განსაკუთრებით წლის თბილ პერიოდში) მზის რადიაციის მოქმედებით დედამიწის სხვადასხვა ადგილის არათანაბარი გათბობის შედეგად. გამთბარი ჰაერი მსუბუქია, ხოლო მისი სიმკვრივე მცირე, ამიტომ მოძრაობას იწყებს ვერტიკალური მიმართულებით. ცივი ჰაერი იჭერს მის ადგილს, თბება და ზევით ადის. ე.ი. წარმოიქმნება აღმავალი და დაღმავალი ნაკადები, რაც იწვევს ჰაერის მასების ერთმანეთში შერევას და სითბოს გაცვლას ვერტიკალური მიმართულებით.

ტურბულენტობა – არის მცირე მოცულობის გრიგალისებური, ქაოტური მოძრაობა ქარის საერთო ნაკადში, რომელიც იწვევს ტურბულენტური სითბოს გაცვლას დედამიწის (ნიადაგის) ზედაპირსა და ატმოსფეროს შორის. ტურბულენტობის შემთხვევაში ჰაერის გადაადგილება ხდება როგორც ჰორიზონტალური, ისე

ვერტიკალური მიმართულებით, რომლის დროს ინტენსიურად მიმდინარეობს სითბოს გადატანა. ტურბულენტობა ორი სახისაა: თერმული და დინამიკური. თერმული ტურბულენტობა გამოწვეულია დედამიწის არათანაბარი გათბობით. დინამიკური ტურბულენტობა წარმოიქმნება დედამიწის ზედაპირთან ჰაერის ხახუნისა და შინაგანი ხახუნის შედეგად. ჰაერის სიჩქარის გადიდებასთან ერთად ძლიერდება ტურბულენტობა და წარმოიქმნება სხვადასხვა სიძლიერის ქარი და გრიგალი.

მოლეკულური სითბოს გამტარობა – გულისხმობს მოლეკულების სახით სითბოს გადატანას დედამიწის ზედაპირიდან ჰაერში. ეს პროცესი, ხდება თითქმის უმოძრაო ჰაერის პირობებში (მცენარეულ საფარში, დახურულ ადგილებში და ა.შ.). მოლეკულური თბოგამტარობის კოეფიციენტი ($\lambda=0.00005$) და სითბოს გაცვლა ძალიან მცირეა.

რადიაციული თბოგამტარობა – ჰაერის გათბობის მნიშვნელოვანი პროცესია. იგი წარმოიქმნება ჰაერში არსებული წყლის ორთქლის მიერ დედამიწიდან გამოსხივებული სითბოს გრძელტალღოვანი რადიაციის შთანთქმის შედეგად. გრძელტალღოვანი რადიაციის მოქმედება ვლინდება ატმოსფეროს ქვედა ფენებში, უმეტესად ღამით. ამ გზით ჰაერის გათბობა უმნიშვნელოდ ხდება.

წყლის ორთქლის კონდენსაცია – მიწისპირა ჰაერის ფენის გათბობისათვის და ატმოსფეროს მაღალი ფენებისათვის, სადაც წარმოიქმნება ღრუბლები, დიდი მნიშვნელობა აქვს კონდენსაციის შედეგად გამოყოფილ ფარულ სითბოს. კონდენსაციის დროს 1 გრ წყლის ორთქლი გამოყოფს დაახლოებით 600 კალორია სითბოს. მნიშვნელოვანია, აგრეთვე დედამიწის ზედაპირიდან, მცენარეულობიდან და წყლიდან აორთქლებისას ფარული ფორმით ატმოსფეროში გადასული სითბო.

ადვექცია – ჰაერის მასებთან ერთად სითბოს გადატანას ერთი ადგილიდან მეორეში, ჰორიზონტალური მიმართულებით ადვექცია ეწოდება. იგი შეიძლება იყოს თბილი (თბილი ჰაერის მასების შემოჭრისას) და ცივი (ცივი ჰაერის მასების შემოჭრისას). ცივი ადვექცია მცენარეებისათვის განსაკუთრებით საშიშია გაზაფხულსა და შემოდგომაზე, რადგან უეცარმა აცივებამ ამ პერიოდში შეიძლება გამოიწვიოს მათი დაზიანება. ამრიგად, ჰაერის გათბობა და გაცივება რთული პროცესია, რომელიც

ატმოსფეროში მიმდინარეობს ზემოაღნიშნული ფიზიკური მოვლენების კომპლექსური მოქმედების შედეგად. იგი მნიშვნელოვნადაა დამოკიდებული ნიადაგის მოქმედი ზედაპირის თვისებებზე (ნიადაგის მექანიკური შედგენილობა, ნიადაგის ფერი), მცენარეულ საფარზე და სხვა.

ჰაერის ტემპერატურის დღელამური მსვლელობა ძირითადად განპირობებულია დედამიწის მოქმედი ზედაპირის და ატმოსფეროს მიერ მიღებული სითბოს (მზის დღელამური სვლით) დღელამური ცვლილებით. დღელამური და წლიური ჰაერის ტემპერატურების მერყეობა გამოხატულია განსაკუთრებით დაბალფენებში. ატმოსფეროს მიწისპირა ფენაში მათი სვლა განისაზღვრება ნიადაგის ზედაპირიდან 2მ სიმაღლეზე.

ჰაერის ტემპერატურის დღელამური მსვლელობა ხასიათდება ერთი მაქსიმუმით და ერთი მინიმუმით. მაქსიმუმი აღინიშნება 14-15 სთ-ზე, ხოლო მინიმუმი ემთხვევა მზის ამოსვლას. დღელამური ტემპერატურის მაქსიმუმსა და მინიმუმს შორის სხვაობას ჰაერის ტემპერატურის დღელამური ამპლიტუდა ეწოდება. ტემპერატურის დღელამური ამპლიტუდა დამოკიდებულია შემდეგ ფაქტორებზე: ადგილის (გეოგრაფიულ) განედზე, წლის დროზე, ქვეფენილი ზედაპირის ხასიათზე, მოღრუბულობაზე, რელიეფის ფორმაზე, ამინდის პირობებზე, ჰაერის ტენიანობაზე, ადგილის სიმაღლეზე და ა.შ.

ადგილის განედის მატებასთან ერთად მცირდება მზის საშუალო სიმაღლე და ტემპერატურის დღელამური ამპლიტუდაც კლებულობს. ამპლიტუდა ყველაზე დიდია ტროპიკულ სარტყელში (12° განედზე), სადაც მზის სიმაღლე დღელამის განმავლობაში მკვეთრად იცვლება. განსაკუთრებით დიდი ამპლიტუდაა უდაბნოებში. საჰარაში, დღისით ტემპერატურა $45-50^{\circ}$ -მდეა, ხოლო ღამით შეიძლება მნიშვნელოვნად დაეცეს. ამიტომ, ჰაერის ტემპერატურის დღელამური ამპლიტუდა ხშირად 20° -ს აჭარბებს. მცირე ამპლიტუდით ხასიათდება პოლარული ქვეყნები ($1-2^{\circ}$), მზის სიმაღლე ჰორიზონტიდან მცირედ იცვლება. წლის დრო. სხვადასხვა განედზე წლის დროის მიხედვით ამპლიტუდის რყევადობა სხვადასხვაა. ზამთრის ჰაერის დღელამური ამპლიტუდა ნაკლებია ზაფხულის ამპლიტუდაზე. გაზაფხულის ამპლიტუდა სჭარბობს

შემოდგომისას, რადგან გაზაფხულზე ნიადაგი უფრო ცივია და იგი ღამით ჰაერს მნიშვნელოვნად აცივებს. ზომიერ და მაღალ განედებში ყველაზე დიდი ამპლიტუდა აღინიშნება გაზაფხულსა და შემოდგომაზე (6-9°). თბილისში, იანვრის თვის ჰაერის დღელამური ამპლიტუდა 5-7°-ია, აგვისტოში 10°.

ქვეფენილი ზედაპირის ხასიათი – მცენარეულ საფარს დიდი მნიშვნელობა აქვს ტემპერატურის დღელამური ამპლიტუდის შემცირებასა და ტემპერატურების გაზომიერებაში. მცენარეული საფარი ამცირებს ჰაერის ტემპერატურის დღელამურ ამპლიტუდას, რადგან იგი დღისით მზის რადიაციას აკავებს, ხოლო ღამით ნიადაგის გამოსხივებას. მცენარეთა გაადგილებისას გათვალისწინებული უნდა იქნას ჰაერის ტემპერატურის დღელამური მსვლელობა. კერძოდ, სითბოს მოყვარული მცენარეებისათვის შერჩეული უნდა იქნას, ისეთი რელიეფის ფორმები, რომლებზეც ნაკლებია ჰაერის ტემპერატურის მსვლელობის ამპლიტუდა.

ზღვა – ამცირებს ამპლიტუდას, რადგან ნელა თბება და ცივდება ხმელეთთან შედარებით. ამპლიტუდა მეტია სილნარი ნიადაგების ზედაპირზე, შავი ფერის, დამუშავებულ, ფხვიერ ნიადაგებზე ვიდრე ღია ფერის, თიხნარ და ყამირ ნიადაგებზე.

მოღრუბლულობა – იგი დიდ გავლენას ახდენს ამპლიტუდაზე. მოწმენდილ ამინდში ამპლიტუდა დიდია, ხოლო მოღრუბლულში მცირე. ტემპერატურის დღელამურ რყევას აწესიგებს ღრუბლები, რომელიც დღისით აკავებს მზის პირდაპირ რადიაციას, ღამით ხელს უშლის ნიადაგის ზედაპირიდან გამოსხივებას. რელიეფის ფორმა. ამოხნექილ ზედაპირზე (გორაკი, ქედი) ამპლიტუდა მცირეა, ვიდრე ჩაზნექილზე, რაც განპირობებულია იმით, რომ დღისით ჩაზნექილ ადგილებში ჰაერი გროვდება და თბება, ხოლო ღამით გაცივებული ჰაერი ფერდობიდან ძირს ეშვება. ქედზე და გორაკზე ქარი თავისუფლად ქრის (ჰაერი მათზე არ ჩერდება), შესაბამისად ამპლიტუდა მცირეა.

ამინდის პირობები – მოწმენდილ ამინდში ტემპერატურის დღელამური ამპლიტუდა დიდია, მოღრუბლულთან შედარებით. მოღრუბლულ ამინდში არ ხდება ჰაერის ტემპერატურის არსებითი ცვლილება დღელამის განმავლობაში. აღნიშნული,

გამოწვეულია დღისით ღრუბლების მიერ მზის რადიაციის შეკავებით, ხოლო ღამით ნიადაგის ზედაპირიდან სითბოს დაკარგვის შემცირებით (ადგილი აქვს გამოსხივებას).

ჰაერის ტენიანობა – იგი რამდენადმე ამცირებს ამპლიტუდას. მშრალ ამინდში ამპლიტუდა დიდია, რადგან ამ შემთხვევაში ჰაერის გამჭირვალობა მატულობს. დღისით იზრდება მზის რადიაციის შემოსვლა, ხოლო ღამით ინტენსიურად მიმდინარეობს სითბოს ხარჯვა გამოსხივების შედეგად. ადგილის სიმაღლე. ჰაერის ტემპერატურის დღელამური ამპლიტუდა მცირდება სიმაღლის მატების მიხედვით. თავისუფალ ატმოსფეროში ეს ცვლილება უფრო სწრაფად მიმდინარეობს ვიდრე მთებში, რადგან ამ შემთხვევაში მნიშვნელოვანია ნიადაგის ზედაპირის გავლენა.

ჰაერის ტემპერატურის წლიური მსვლელობა: ჰაერის ტემპერატურის წლიური მსვლელობა ხასიათდება თვის საშუალო ტემპერატურების მიხედვით. მას დღელამური ტემპერატურის მსვლელობის ანალოგიური ხასიათი აქვს. ყველაზე ცივი და ცხელი თვეების საშუალო ტემპერატურებს შორის სხვაობას, წლიური ამპლიტუდა ეწოდება. იგი მატულობს განედის მატებასთან ერთად და უდიდეს მაჩვენებელს პოლარულ რაიონებში აღწევს.

ჰაერის ტემპერატურის წლიურ მსვლელობაზე გავლენას ახდენს ადგილის სიმაღლე ზღვის დონიდან, ქვემდებარე ზედაპირის ხასიათი, ღრუბლიანობა, ნალექები. ამპლიტუდის სიდიდის მიხედვით განასხვავებენ ზღვის კლიმატს – მცირე წლიური ამპლიტუდით და კონტინენტურ კლიმატს – მაღალი ამპლიტუდით.

გამოყოფენ ჰაერის ტემპერატურის წლიური მსვლელობის ოთხ ტიპს:

- 1. ეკვატორულ ტიპს** – ტემპერატურის ორი მაქსიმუმითა და ორი მინიმუმით. მაქსიმუმი აღინიშნება გაზაფხულსა და შემოდგომის ბუნიობისას, მინიმუმი კი ზამთარსა და ზაფხულის ბუნიობის შემდეგ.
- 2. ტროპიკულ ტიპს** – ტემპერატურის ერთი მაქსიმუმითა და ერთი მინიმუმით. მაქსიმუმი დგება ზაფხულის, ხოლო მინიმუმი ზამთრის ბუნიობის შემდეგ.
- 3. ზომიერი სარტყლის ტიპს** – თითქმის ტროპიკული ტიპის ანალოგიურია. ამ ტიპშიც ადგილი აქვს ტემპერატურის წლიური მსვლელობის ერთ მაქსიმუმს და ერთ მინიმუმს. ტემპერატურის მაქსიმუმი ივლისშია, ხოლო მინიმუმი იანვარში.

4. **პოლარულ ტიპს** – ხასიათდება მკაცრი, ხანგრძლივი ზამთრით და მოკლე გრილი ზაფხულით. ჰაერის ტემპერატურის მინიმუმი თებერვალ-მარტის თვეებშია, ხოლო მაქსიმუმი ივლისში.

ატმოსფეროს ჰაერში ტემპერატურა სიმაღლის მიხედვით ეცემა, რაც მკაფიოდაა გამოხატული ატმოსფეროს ქვედა ფენაში – ტროპოსფეროში. მშრალსა და მოწმენდილ ამინდში აღნიშნული (ტემპერატურის) ცვალებადობა დიდია ღრუბლიან ამინდთან შედარებით. ჰაერის ტემპერატურის ცვლილებას ყოველი 100 მ სიმაღლეზე ტემპერატურის ვერტიკალური გრადიენტი ეწოდება. ტემპერატურის ვერტიკალური გრადიენტი დამოკიდებულია წლის (ზამთარში ის მცირეა, ზაფხულში დიდია) და დღე-ღამურ დროზე (ღამით მცირეა, დღისით დიდია).

ატმოსფეროში ტემპერატურის ვერტიკალური გრადიენტი ყოველ 100 მ სიმაღლეზე საშუალოდ ტოლია 0.6° -ის. იმ შემთხვევაში, როცა სიმაღლეების მიხედვით ტემპერატურა მატულობს ადგილი აქვს ინვერსიას. ტემპერატურის ვერტიკალური გრადიენტი მნიშვნელოვნად იცვლება დროში, ატმოსფეროს მიწისპირა ფენაში. იგი დამოკიდებულია ამინდზე, ნიადაგის საფარზე, დღეღამის დროზე. განსაკუთრებით ზაფხულში, დღისით (ხმელეთზე) გრადიენტი თითქმის ყოველთვის დადებითია. ტემპერატურის ვერტიკალურ გრადიენტს ამცირებს ქარი, ღრუბლიანობა, ნალექები, ნიადაგის ტენიანობა.

ატმოსფეროში ტემპერატურის განაწილებას სიმაღლის მიხედვით ატმოსფეროს სტრატეფიკაციას უწოდებენ. ატმოსფეროს სხვადასხვა სიმაღლეზე ატმოსფეროს სტრატეფიკაცია განსხვავებულია და დამოკიდებულია ტემპერატურის ვერტიკალური გრადიენტის სიდიდეზე და ნიშანზე. ქვედა ფენებში გრადიენტი დადებითია (1500 მ და ცოტა ზემოთ) და ტემპერატურის ნორმალურ დაცემას აქვს ადგილი. 2500 მეტრამდე და ცოტა ვერტიკალური გრადიენტი უარყოფითში გადადის, რასაც თან ახლავს ტემპერატურის მატება სიმაღლის მიხედვით, ე.ი. ადგილი აქვს ტემპერატურის ინვერსიას. აღნიშნული ფენის დამთავრების შემდეგ ტემპერატურის გრადიენტი ისევ დადებითში გადადის და ა.შ.

ატმოსფეროში ზოგჯერ ადგილი აქვს შებრუნებულ მოვლენას – ინვერსიას, ე.ი. ტემპერატურის მატებას სიმაღლის მიხედვით. მიწისპირა ფენის ინვერსია არის ორი ტიპის – რადიაციული და ადვექციური. რადიაციული ინვერსია – წარმოიქმნება წლის თბილ პერიოდში, წყნარ ამინდში, ღამით, ქვეფენილი ზედაპირის რადიაციული გადაცივების დროს. მზის ამოსვლისას რადიაციული ინვერსია ქრება. რადიაციული ინვერსია ზამთარშიც გვხვდება, როცა ქვეფენილი ზედაპირის გადაცივება მატულობს ყოველდღიურად და მისმა სიმაღლემ (ინვერსიის ფენის) შეიძლება 2 კმ სიმაღლეს მიაღწიოს. ადვექციური ინვერსია – წარმოიქმნება თბილი ადვექციის დროს ცივ ზედაპირზე, რომელიც აცივებს მის მოსაზღვრე სუსტად მოძრავ ჰაერს. როცა ჰაერის ქვედა ფენა ხმელეთის ცივ ზედაპირზე შეხებისას ცივდება, ზედა ფენები თბილი რჩება. ასეთ ინვერსიას მიეკუთვნება თოვლის ინვერსია, რომელიც წარმოიქმნება მდნობარე თოვლის ზედაპირზე, თბილი ჰაერის გადაადგილების პროცესში.

ჰაერის ტემპერატურა აღმასვლის დროს გაივლის ოთხ სტადიას:

1. **მშრალი სტადია.** ამ სტადიაში, სიმაღლის მიხედვით ატმოსფერული წნევის შემცირების გამო, ჰაერი ფართოვდება ადიაბატურად და ტემპერატურა მცირდება 1° -მდე, ყოველ 100 მ სიმაღლეზე. შეფარდებითი ტენიანობა კი მატულობს და გარკვეულ სიმაღლეზე 100%-ს აღწევს. ჰაერი წყლის ორთქლით გაჯერდება და მისი დრეკადობაც მაქსიმალური გახდება. მშრალი სტადია მთავრდება დაახლოებით 1400 მ სიმაღლეზე.
2. **წვიმის სტადია.** ამ სტადიაზე კონდენსაციის პროცესი იწყება 1400 მ-დან და მთავრდება დაახლოებით 4800 მ სიმაღლეზე. ამ სტადიაში წყლის ორთქლი გაზისებრი მდგომარეობიდან გადადის თხევადში და წარმოიქმნება ღრუბლები. წვიმის სტადიის დროს ნაჯერი ჰაერის ტემპერატურა საშუალოდ ეცემა 0.5° -ით ყოველ 100 მ სიმაღლეზე.
3. **სეტყვის სტადია.** აღნიშნული სტადიის დროს ორთქლით ნაჯერი ჰაერის ტემპერატურა 0° -ს აღწევს, ღრუბლებში არსებული წყლის წვეთები იწყებენ გაყინვას. წყლის გადაცივებული მცირე წვეთები ერთმანეთს ეჯახებიან, მსხვილდებიან და იძენენ სეტყვის ფორმას. სეტყვის სტადიის ჰაერის ფენის სისქე, ამ დროს აღწევს დაახლოებით 200 მეტრს, რომელიც მდებარეობს წინა ორი სტადიის ზემოთ 5000 მ სიმაღლეზე.

4. **თოვლის სტადია.** ამ სტადიის დროს ადგილი აქვს წყლის ორთქლის სუბლიმაციას. ჰაერის ტემპერატურის ვერტიკალური გრადიენტი შეადგენს 0.7° -ს ყოველ 100 მ სიმაღლეზე. ამ სტადიის დროს ტემპერატურა 0° -ის დაბლა ეცემა და მთავრდება იქ, სადაც აღმავალი დენი დაახლოებით ზღ. დონიდან 8500 მ სიმაღლეს მიაღწევს. თოვლის სტადია მთავრდება მაშინ, როცა ჰაერში წყლის ორთქლი გამოილევს. თოვლი შეიძლება მოვიდეს იმ შემთხვევაში, როდესაც დედამიწის ზედაპირის მახლობელ ფენაში ტემპერატურა დაახლოებით 0° -ს შეადგენს. თოვლის ფიფქი შედგება რთული კრისტალებისაგან, აქვს ვარსკვლავისებური ფორმა, რომლის რადიუსი 4-6 მმ და მეტსაც აღწევს.

ნიადაგის ტემპერატურა: ნიადაგის სითბური პირობები დამოკიდებულია: მზის სიმაღლეზე, ატმოსფეროს გამჭვირვალობაზე, ადგილის სიმაღლეზე ზღვის დონიდან, ფერდობის ექსპოზიციაზე, ნიადაგის შემადგენლობასა და ფერზე, მცენარეულ საფარზე და ა.შ. მაგრამ მთავარ ფაქტორს წარმოადგენს, ნიადაგის სითბოტევადობა და სითბოგამტარობა.

ნიადაგსა და ჰაერს შორის, ასევე ნიადაგის ზედა და ღრმა ფენებს შორის მიმდინარეობს სითბოს ცვლა. დღისით ნიადაგის ზედაპირი შთანთქმავს მზის სხივურ ენერგიას, გარდაქმნის სითბურ ენერგიად, რომლის ნაწილიც ღრმა ფენებს ხმარდება გასათბობად.

განარჩევნ ხვედრით და მოცულობით სითბოტევადობას.

ხვედრითი სითბოტევადობა ეწოდება სითბოს იმ რაოდენობას, რომელიც საჭიროა 1 გრ ნიადაგის 1° -ით გასათბობად, მოცულობითი სითბოტევადობა კი ეწოდება სითბოს იმ რაოდენობას, რომელიც საჭიროა 1 სმ³ ნიადაგის 1° -ით გასათბობად. რაც უფრო მეტი წყალია ნიადაგში და ნაკლებია ჰაერის შემცველობა, მით უფრო მეტია მისი სითბოტევადობა, რადგან წყლის სითბოტევადობა მეტია ჰაერთან შედარებით. ნიადაგის გათბობის ხარისხი ასევე დამოკიდებულია მის სითბოგამტარობაზე. ნიადაგის სითბოგამტარობა უდრის სითბოს იმ რაოდენობისა, რომელიც 1 წმ-ში გაივლის 1სმ² განიკვეთისა და 1 სმ სისქის ნიადაგის ფენას, როცა ტემპერატურა 1° -ით

ეცემა 1 სმ-ზე. ნიადაგში რაც უფრო მეტია ტენი და ნაკლებია ჰაერი, მით უფრო მეტია მისი სითბოგამტარობა.

ნიადაგის გათბობაზე ასევე დიდ გავლენას ახდენს მისი ფერი. ღია ფერის ნიადაგები არეკვლის დიდი უნარით ხასიათდებიან, ვიდრე შავი ფერის ნიადაგები. ნიადაგების სითბურ რეჟიმზე ასევე მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს თოვლის საბურველის არსებობა. რადგან თოვლის საბურველი დიდი რაოდენობით ჰაერს შეიცავს, ხოლო ჰაერი ცუდი სითბოგამტარია, შესაბამისად კარგად იცავს ნიადაგს გადაცივებისაგან.

დღე-ღამის განმავლობაში ნიადაგის ტემპერატურის განუწყვეტელ ცვალებადობას უწოდებენ ტემპერატურის დღელამურ მსვლელობას. მას ახასიათებს ერთი მინიმუმი (მზის ამოსვლისას გამთენიისას) და ერთი მაქსიმუმი (3-14 სთ-ზე). ნიადაგის ზედაპირის ტემპერატურას, გარდა დღელამური ცვლილებისა ასევე ახასიათებს წლიური მსვლელობაც, კერძოდ, მინიმალური იანვარში, ხოლო მაქსიმუმი ივლის-აგვისტოში.

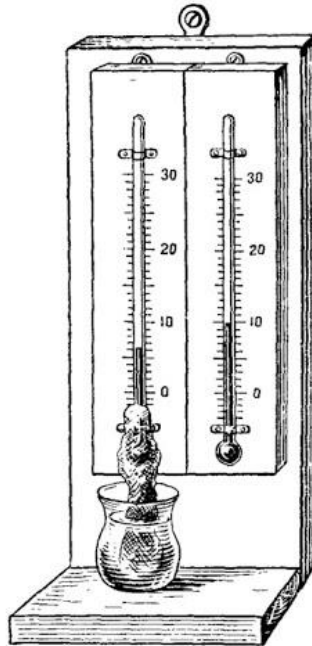
ნიადაგის ტემპერატურაზე დაკვირვებები ადასტურებს, რომ ნიადაგი სხვადასხვა სიღრმეზე იყინება. რასაც მარადი მზრალობის სახელით მოიხსენიებენ. ნიადაგის გაყინვა დამოკიდებულია ყინვის ინტენსივობასა და ხანგრძლივობაზე, ნიადაგის სითბოტევადობასა და სითბოგამტარობაზე, ზამთრის ხანგრძლივობაზე, თოვლის საფარის სიმაღლეზე, მცენარეულობის არსებობაზე და ა.შ.

ჰაერის ტემპერატურის მზომი ხელსაწყოები – ჰაერის ტემპერატურას ზომავენ თერმომეტრებით (ვადიანი, მაქსიმალური, მინიმალური), რომლებიც თავსდება ფსიქრომეტრულ ჯიხურში. ჯიხური დაცულია მზის პირდაპირი სხივების, ქარის, ნალექების და სხვა ატმოსფერული მოვლენებისაგან.

მეტეოროლოგიური სადგურის ფსიქრომეტრულ ჯიხურში მეტალის შტატივზე ვერტიკალურად იდგმება ორი ერთნაირი თერმომეტრი. მარჯვენა თერმომეტრს, რომლის რეზერვუარზე შემოხვეულია ბატისტი, ხოლო ბოლო ჩაშვებულია წყლით

სავსე ჭიქაში უწოდებენ „სველს“. მარცხენა თერმომეტრს, რომელიც უშუალოდ ჰაერის ტემპერატურას აჩვენებს უწოდებენ „მშრალს“.

„მშრალი“ და „სველი“ თერმომეტრების ჩვენებათა მიხედვით, შესაბამისი ფსიქრომეტრული ცხრილების და ემპირიული ფორმულების გამოყენებით განისაზღვრება ჰაერის ტენიანობის მახასიათებლები. აღნიშნული თერმომეტრის ერთიანობა შეადგენს ხელსაწყოს, რომელსაც ავგუსტის ფსიქრომეტრი ეწოდება. ჰაერის ტემპერატურის -20° -ზე დაბლა დაწვევისას „მშრალი“ ფსიქრომეტრული თერმომეტრის გვერდით თავსდება სპირტიანი თერმომეტრი, რადგან ვერცხლისწყლიანი თერმომეტრი იყინება -38.9° -ზე.

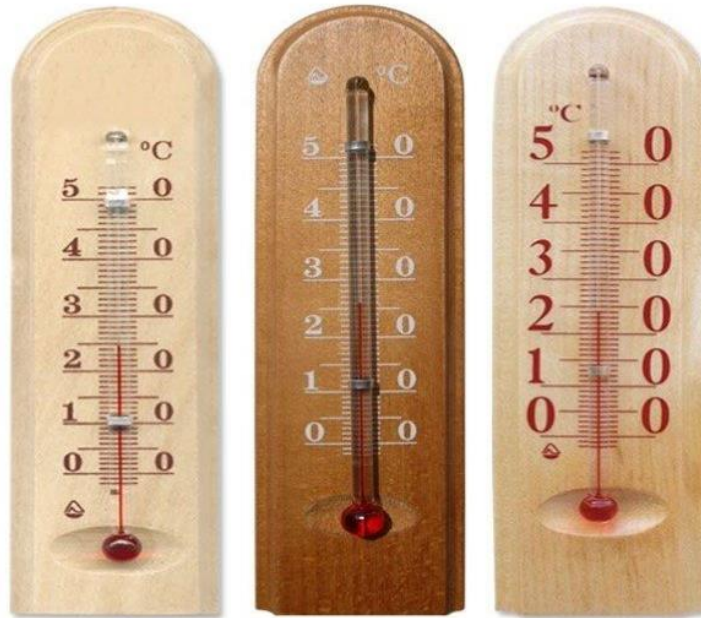


ფსიქომეტრი

ამიტომ ტემპერატურის -36° -მდე დაწვევის შემთხვევაში ათვლა წარმოებს სპირტიანი თერმომეტრით. ჰაერის ტემპერატურის და ტენიანობის განსაზღვრისათვის საექსპედიციო პირობებში, ტყეებში იყენებენ ასმანის ასპირაციულ ფსიქრომეტრს. მისი მუშაობის პრინციპი ანალოგიურია ავგუსტის ფსიქრომეტრის. იგი შედგება ორი თერმომეტრისაგან („მშრალი“ და „სველი“). თერმომეტრებზე ათვლის წინ ხდება ასპირატორის მომართვა, რის საშუალებითაც შეიწოვება ჰაერი დაახლოებით 2 მ/წმ სისწრაფით. ამის შემდეგ, კეთდება ტემპერატურის ანათვალი თერმომეტრზე.

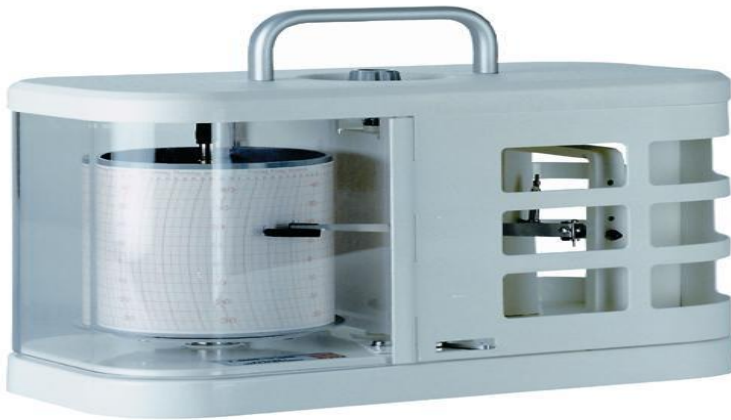
ფსიქრომეტრს თან ერთვის პიპეტი (ბატისტის დასასველებლად), ფარი (ასპირატორის დასაცავად ქარისაგან) და ლითონის ღერძი (ხელსაწყოს ჩამოსაკიდებლად).

თერმომეტრები



ჰაერის – ნიადაგის – წყლის

ჰაერის ტემპერატურის განუწყვეტელი ჩაწერისათვის გამოიყენება თვითმწერი – თერმოგრაფი. იგი შედგება ორი ნაწილისაგან: 1. ჩამწერის და 2. მიმღებისაგან (ორმაგლითონიანი ფირფიტა). ხელსაწყოს ჩამწერი ნაწილი წარმოადგენს კალმიან ისარს და დოლს, რომელზეც მაგრდება ბაფთა და საათის მექანიზმი, რასაც დოლი მოყავს მოძრაობაში. ტემპერატურის მატებისას კალმიანი ისარი იწევს ზევით, ხოლო შემცირებისას ფირფიტა იღუნება და ისარი ინაცვლებს ქვევით. ამრიგად, ზევიდან ქვევით მოძრაობა ბაფთაზე აღინიშნება ხაზით, რაც ტემპერატურის ცვლილებას ასახავს.



თერმოგრაფი

შემაჯამებელი კითხვები

1. სითბური ბალანსი და მისი შემადგენლობა.
2. ნიადაგისა და წყალსაცავების თერმული რეჟიმი. სითბოს განაწილება ნიადაგის სიღრმეში.
3. ნიადაგისა და წყალსაცავების ზედაპირის ტემპერატურების დღედამური და წლიური ცვალებადობა.
4. ჰაერის ტემპერატურის დღედამური მსვლელობა და ტემპერატურის დღედამური ამპლიტუდა. ჰაერის ტემპერატურის არა პერიოდული ცვლილებები. წაყინვები, მათი ტიპები.
5. ჰაერის ტემპერატურის წლიური მსვლელობა და ტემპერატურის წლიური ამპლიტუდა. წლიური ტემპერატურის ცვალებადობის ძირითადი ტიპები.
6. ჰაერის ტემპერატურის ვერტიკალური ცვალებადობა. ტემპერატურის ვერტიკალური გრადიენტი. ადიაბატური პროცესები.
7. ტემპერატურული ინვერსია.
8. ტემპერატურის საზომი მექანიკური და ავტომატური ხელსაწყოები

ატმოსფერული წნევა და წნევის გამზომი ხელსაწყოები

ატმოსფეროს წნევა ის ძალაა, რომელიც მოქმედებს ფართობის გარკვეულ ერთეულზე. ყოველი გაზი, რომელიც მოთავსებულია რაიმე ჭურჭელში, ახდენს დაწოლას ჭურჭლის კედლებზე თავისი მოლეკულების მოძრაობის შედეგად. ატმოსფეროში ასეთი, პირობითად გამოყოფილი ჰაერის ნებისმიერი მოცულობა დაწოლას ახდენს მის გარშემო მყოფ ჰაერზე, ეს უკანასკნელი კი დედამიწაზე.

მრავალი წლის განმავლობაში (თითქმის მე 18-ე საუკუნემდე) ფიქრობდნენ, რომ ჰაერს წონა არ აქვს. პირველად აზრი ამის შესახებ გალილეო გალილეიმ გამოთქვა, ხოლო მოსაზრების დამტკიცება ცდით, ევანჯელისტა ტორიჩელიმ შეძლო.

წნევის საზომი ერთეულები: ატმოსფერული წნევის სიდიდე გამოისახება სინდიყის სვეტის სიმაღლით მილიმეტრებში (მმ), ხოლო წნევის საერთაშორისო ერთეულად მიღებულია ბარი, რომელიც შეესაბამება 750,1 მმ სინდიყის სვეტის სიმაღლეს.

მეტეოროლოგიაში ატმოსფეროს წნევის გამოთვლისათვის იყენებენ ბარის მეათასედ ნაწილს – მილიბარს. ატმოსფერული წნევის მილიმეტრიდან მილიბარში გადაყვანისათვის საჭიროა მილიმეტრებში მიღებული წნევის სიდიდე გადავამრავლოთ $\frac{4}{3}$ და პირიქით, თუ გვინდა მილიბარიდან მილიმეტრში გადაყვანა, წნევის სიდიდის მილიბართა რიცხვს გავამრავლებთ.

დედამიწაზე სიმძიმის ძალის აჩქარება მატულობს ეკვატორიდან პოლუსებისაკენ და მცირდება სიმაღლის ზრდასთან ერთად. იმისათვის, რომ გამოვრიცხოთ სხვადასხვა განედზე სიმძიმის ძალის აჩქარების გავლენა ვერცხლისწყლის სვეტის ჩვენებაზე, საჭიროა მასში შევიტანოთ შესწორება, რათა იგი მივიყვანოთ ზღვის დონეზე და 45°-იანი სიმძიმის ძალის ჩვენებაზე.

ზღვის დონეზე, 0°-იანი ტემპერატურისა და 45°-იანი განედის პირობებში ატმოსფერული წნევა შეადგენს 760 მმ, რომელსაც ნორმალურს უწოდებენ.

წნევის სიმაღლეზე ცვლილებას ბარომეტრული ბიჯი (ბარომეტრული საფეხური) ეწოდება და 10 – 11 მეტრ სიმაღლეზე 1 მმ-ს უტოლდება.

ატმოსფერული წნევის განაწილებას სივრცეში ბარიული ველი ეწოდება. ერთნაირი წნევის მქონე წერტილების შემაერთებელ ხაზებს იზობარებს უწოდებენ ატმოსფეროში მუდმივად არსებობს ადგილებ (ოლქები), სადაც წნევა მაღალია ან დაბალი გარშემო მიმდებარე ადგილებთან შედარებით. ასეთი ოლქების განლაგება ატმოსფეროში ყოველთვის იცვლება.

დედამიწის ზედაპირზე წნევათა არათანაბარი განაწილება იწვევს ბარიული ველის მრავალფეროვნებას, სადაც ძირითადად აღსანიშნავია, ციკლონები, ანტიციკლონები და ა.შ.

ციკლონი

ანტიციკლონი

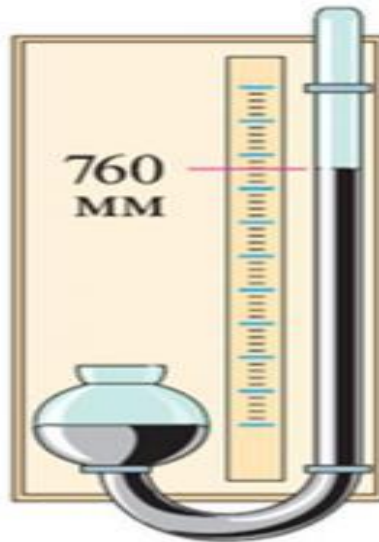
ატმოსფერული წნევის დღედამური მსვლელობა ხასიათდება პერიოდული რყევით. შეინიშნება ორი მაქსიმუმი და ორი მინიმუმი, მაქსიმუმს ადგილი აქვს 9-10 და 21-22 საათზე. მინიმუმს 3-4 და 15-16 საათზე.

ატმოსფერული წნევის წლიური მსვლელობა: წნევის წლიური მსვლელობის სამ ტიპს არჩევენ: 1. კონტინენტური ტიპი, 2. ოკეანური ტიპი, 3. პოლარული ტიპი.

1. კონტინენტურ ტიპი - წნევის მინიმუმი ზაფხულშია, მაქსიმუმი ზამთარში,
2. ოკეანური ტიპი - კონტინენტურის საპირისპიროა, მაქსიმუმი ზაფხულში, მინიმუმი ზამთარში.
3. პოლარული ტიპი - წნევის მაქსიმუმი აპრილ-მაისში, მინიმუმი იანვარ-თებერვალში.

ატმოსფეროს წნევის გაზომვისათვის მეტეოროლოგიურ სადგურებში გამოიყენება ვერცხლისწყლიანი - ფინჯანიანი ბარომეტრები, ხოლო ექსპედიციებში ბარომეტრი - ანეროიდი.

ფინჯანიანი ბარომეტრი შედგება მინის მილისაგან და ფინჯნისაგან, რომელიც შევსებულია ვერცხლისწყლით. მილის ერთი ბოლო დახშულია, მეორე (ქვედა) ჩაშვებულია ვერცხლისწყლიან ფინჯანში. მინის მილს დაზიანებისაგან იცავს მონიკელებული ჩარჩო და მასზე დატანილია ბარომეტრის სკალა. ჩარჩოს ქვედა ნაწილზე დამაგრებულია თერმომეტრი, რომელიც ზომავს ხელსაწყოს ტემპერატურას.



ვერცხლისწყლიანი ბარომეტრი

ჩარჩოს ზედა ნაწილში არის ორი საპირისპირო ჭრილი, რაც იძლევა ვერცხლის წყლის მენისკის დანახვის საშუალებას. ბარომეტრის ბუდის ზედა ნაწილზე დახრახნილია ხუფი რგოლით ხელსაწყოს ჩამოსაკიდებლად. ბუდის შიდა ნაწილში მოთავსებულია რგოლი ნონიუსით. რგოლის გადაადგილება ხდება ზემოთ და ქვემოთ დაკბილული სახაზავისა და კბილანის თავის საშუალებით. ბუდის შუა ნაწილში გაკეთებულ ჭრილში ჩასმულია თერმომეტრი, თაც იზომება ჰაერის ტემპერატურა წნევის ათვლის მომენტში.

ბარომეტრი უნდა მოთავსდეს სტაბილური ჰაერის ტემპერატურის პირობებში. მას არ უნდა ეცემოდეს მზის სხივი, დაშორებული უნდა იყოს გასათბობი სისტემიდან, ფანჯრიდან და კარებიდან. ბარომეტრზე დაკვირვება იწყება თერმომეტრზე ანათვალის გაკეთებით (0.1° -ის სიზუსტით). შემდეგ მონიკვლეულ ჩარჩოზე მიკაკუნებით, ხრახნის დახმარებით ნონიუს აყენებენ მენისკის ზედა ნაწილში და აითვლება ბარომეტრის ჩვენება სკალაზე (0.1 მმ-ის სიზუსტით). მთელი მილიბარები აითვლება ნონიუსის ქვედა საზღვრის მდებარეობის მიხედვით, ხოლო მეათედები ნონიუსის მიხედვით. თერმომეტრის ანათვალს შესწორება ეძლევა შესაბამისი სერტიფიკატის მიხედვით. ბარომეტრის ანათვალს ეძლევა ინსტრუმენტული, ტემპერატურული და სიმძიმის ძალის შესწორება. ინსტრუმენტული შესწორება მითითებულია ხელსაწყოს სერტიფიკატში, ხოლო ტემპერატურული და სიმძიმის ძალის შესწორებები სპეციალურ

ცხრილებშია მოცემული. ინსტრუმენტალურ და სიმძიმის ძალის შესწორებას მუდმივ შესწორებას უწოდებენ.

ანეროიდი. ექსპედიციებში წნევის გასაზომად გამოიყენება ბარომეტრ-ანეროიდი (ნიშნავს „უჰაეროს“, რაც ხელსაწყოს მუშაობის პრინციპში გამოიხატება), რომლის მიმღებ ნაწილს წარმოადგენს რამოდენიმე კოლოფი, ორი ერთმანეთთან მიმაგრებული გოფრირებული მემბრანით. კოლოფებიდან ჰაერი გამოტუმბულია. როდესაც ჰაერის წნევა მატულობს კოლოფის კედლები ერთმანეთს უახლოვდება, შემცირებისას შორდება. ბერკეტის სისტემის საშუალებით ეს ცვლილება გადაეცემა ისარს, რომელიც ციფერბლატზე მოძრაობს. ციფერბლატზე გრძელი ხაზები აღნიშნავს ათეულ მილიმეტრებს (მილიბარებს), მოკლე ხაზები – ერთეულ მილიმეტრებს (მილიბარებს). ანეროიდის სკალაზე მიმაგრებულია თერმომეტრი ხელსაწყოს ტემპერატურის გასაზომად. ანეროიდზე პირველ რიგში ხდება თერმომეტრის ჩვენების ათვლა 0.1°-ის სიზუსტით. შუშის ზედაპირზე მიკაკუნების შემდეგ აითვლება ისრის მდებარეობა ანეროიდის მრგვალ სკალაზე 0.1 მმ-ის სიზუსტით. ანეროიდის ჩვენებაში შეაქვთ შემდეგი შესწორებები: 1. სკალის; 2. დამატებითი; 3. ტემპერატურული.



ბარომეტრ-ანეროიდი

ბაროგრაფი. ჰაერის წნევის უწყვეტი რეგისტრაციისათვის გამოიყენება ხელსაწყო ბაროგრაფი, რომელიც ორი სახისაა: დღეღამური და კვირეული. ხელსაწყოს მთავარ ნაწილს წარმოადგენს ერთ ვერტიკალურ ღერძზე დამაგრებული ლითონის თხელკედლებიანი კოლოფები. ატმოსფერული წნევის მომატებისას კოლოფები იკუმშება, ხოლო შემცირებისას იშლება. ბაროგრაფის გადამცემი ნაწილი წარმოადგენს

ბერკეტულ სისტემას, რომელიც დაბოლოებულია ისრით, ჩამწერი კალმის დაბოლოებით. კალამში ასხია გლიცერინიანი მელანი, რომელიც ებჯინება დოლს. იგი ბრუნავს საათის მექანიზმის საშუალებით ისე, რომ მასზე მიმაგრებულ ბაფთაზე კალამი კვალს ტოვებს, რითაც უჩვენებს წნევის ცვლილებას. საათის მექანიზმის მომართვა ხდება კვირაში ორჯერ, ხოლო ბაფთის გამოცვლა დროის შუაღამებში, რომელიც შეესაბამება დოლის ბრუნვას ერთ დღელამეში ან ერთხელ კვირაში.



ბაროგრაფი

ბაროგრაფი თავსდება ჰორიზონტალურად თაროზე ან მაგიდაზე ვერცხლისწყლიანი ბარომეტრის ახლოს. იგი დაცული უნდა იყოს მზის სხივების ზემოქმედებისაგან.

ატმოსფერული წნევის ცვლილება სივრცესა და დროში, მჭიდრო კავშირშია ძირითადი ატმოსფერული პროცესების მიმდინარეობასთან. თეორიული და პრაქტიკული მიზნებისათვის, მნიშვნელოვანია წნევის ცვლილების დინამიკა, როგორც ჰორიზონტალური, ისე ვერტიკალური მიმართულებით.

თუ ცნობილია წნევა და ტემპერატურა ზედა და ქვედა პუნქტებზე, გამოითვლება სიმაღლეთა სხვაობა ამ ორ პუნქტს შორის (ბარომეტრული ნიველირება); თუ ცნობილია წნევა და ტემპერატურა ქვედა პუნქტზე, გამოითვლება ჰაერის წნევის სიდიდე ნებისმიერ სიმაღლეზე; თუ ცნობილია პუნქტის სიმაღლე ზღვის დონიდან, ტემპერატურის ცვლილება სიმაღლეზე და წნევის სიდიდე ამ პუნქტზე, გამოითვლება წნევა ქვედა პუნქტზე.

შემაჯამებელი კითხვები

1. ატმოსფერული წნევა. წნევის ერთეულები. ატმოსფერული წნევის მოქმედების ცენტრები. ატმოსფერული წნევის გეოგრაფიული განაწილება იანვარსა და ივლისში.
2. ატმოსფერული წნევა, მისი ცვლილება სიმაღლეზე. ვერტიკალური ბარიერული გრადიენტი. ბარომეტრიული ნიველირება.
3. წნევის ცვლილებების მიზეზები. ატმოსფერული წნევის დღედამური და წლიური ცვალებადობა.
4. ატმოსფერული წნევის საზომი მექანიკური და თვითმწერი ხელსაწყოები.

ჰაერის მასები, ატმოსფეროს ცირკულაცია და ატმოსფერული ფრონტი

შედარებით ერთნაირი თვისების მქონე ჰაერს, რომელიც მოძრაობს როგორც ჰორიზონტალური (რამოდენიმე ათას კმ-ზე), ისე ვერტიკალური (რამოდენიმე კმ-ზე) მიმართულებით ჰაერის მასა ეწოდება.

ჰაერის მასა მოძრაობის დროს სწრაფად იცვლის ფიზიკურ თვისებებს (ტრანსფორმირდება) ან იცვლება მისი ტემპერატურა, სინოტივე და მტვრის შემცველობა.

თერმული ნიშნების მიხედვით განასხვავებენ ცივ, თბილ და ნეიტრალურ (ადგილობრივ) ჰაერის მასებს.

ცივი ისეთი ჰაერის მასაა, რომელიც მოძრაობს მასთან შედარებით თბილ ქვეფენილ ზედაპირზე. ცივი ჰაერის მასები ყალიბდებიან არქტიკაში და მის მიმდებარე პოლარულ ზონებში. ისინი მიემართებიან ჩრდილოეთიდან სამხრეთისაკენ, სადაც თბებიან, მაღლა მიიწევენ, ტემპერატურის გრადიენტი მატულობს, ვითარდება თერმული კონვექცია, ჩნდება გროვა-წვიმის ღრუბლები და ხშირად ამ ყველაფერს მოსდევს კოკისპირული წვიმა, ელჭექი და ზოგჯერ სეტყვაც.

თბილი ჰაერის მასა, ეწოდება ისეთ ჰაერის მასას, რომელიც მოძრაობს მასთან შედარებით ცივ ქვეფენილ ზედაპირზე.

თბილი ჰაერის მასების ჩამოყალიბების არეალებია ეკვატორული და ტროპიკული ზონები. ისინი მიისწარფიან სამხრეთიდან ჩრდილოეთისაკენ, სადაც ქვედა ფენები ცივდებიან, ამის გამო აღმავალი ნაკადები არ ყალიბდება, შესაბამისად ტემპერატურის ვერტიკალური გრადიენტი მცირდება, ხშირია ინვერსია, ასეთი ჰაერის მასა ძირითადად მდგრადია, შეფარდებითი სინოტივე იზრდება ტემპერატურის დაცემის შედეგად. ამავე მიზეზით ჩნდება ადვექციური ნისლი, რომელიც ფენა ღრუბლებად იქცევა და ამ ღრუბლებიდან იწყებს მოსვლას სუსტი ნალექი, წვიმის სახით.

ნეიტრალურ (ადგილობრივ) ჰაერის მასა, ისეთი ჰაერის მასაა, რომელიც უმნიშვნელო ცვლილების მიუხედავად ინარჩუნებს თავის ძირითად თვისებას.

დედამიწის ზედაპირზე ზოგიერთ ადგილზე ბარილი გრადიენტის სიმცირე ხელს უწყობს ჰაერის მოძრაობის შესუსტებას. ეს კი ქმნის ხელსაყრელ პირობას ჰაერის მასების ფორმირებისათვის. ასეთი არეალებია: ეკვატორული დეპრესია, სუბტროპიკული მაღალი წნევის ოლქი, ზომიერ განედებში ზამთრის მაქსიმუმის ცვლილება ზაფხულის მინიმუმით და პოლარული მაღალი წნევის ოლქი.

თუ სად ფორმირდება ჰაერის მასა ამის მიხედვით არჩევენ, ჰაერის მასების შემდეგ ტიპებს: არქტიკულს (ანტარქტიკულს) ზომიერს-პოლარულს, ტროპიკულს და ეკვატორულს.

გენეზისის მიხედვით გამოყოფენ ჰაერის მასების შემდეგ სახეებს:

- a. **არქტიკული** (ანტარქტიკული), რომელიც ფორმირდება არქტიკაში (ანტარქტიდაში);
- b. **ზომიერი განედების** მასები (პოლარული), რომელიც ფორმირდება ზომიერი განედების ხმელეთსა და ოკეანეების ზედაპირზე;
- c. **ტროპიკული**, რომელიც წარმოიქმნება სუბტროპიკულ და ტროპიკულ განედებში;
- d. **ეკვატორული**, რომელიც წარმოიქმნება ეკვატორულ განედებში.

ჰაერის მასების თვისებები (ტემპერატურა, სინოტივე და დამტვერიანების მაჩვენებლები) განპირობებულია იმ ადგილის თავისებურებებით, სადაც ხდება მათი ფორმირება. მაგ., ზაფხულში ოკეანეების ზედაპირზე წარმოქმნილ ჰაერის მასებს შედარებით დაბალი ტემპერატურა, მეტი გამჭირვალობა და მაღალი ტენიანობა აქვს, ვიდრე წლის იმავე პერიოდში, იმავე განედებში ხმელეთის ზედაპირზე წარმოქმნილ მასებს. აქედან გამომდინარე ჰაერის მასები იმის მიხედვით, თუ რომელ ზედაპირზე ფორმირდება მიეკუთვნება ზღვის ან კონტინენტურ ქვეტიპს.

ატმოსფეროში არსებული ჰაერის მასები მუდმივად განიცდის მოძრაობს. ეს მოძრაობა არაერთგვაროვანია და იწვევს დედამიწის ზედაპირის არათანაბარ გათბობას. დედამიწის ზედაპირის გათბობა დაბალ და მაღალ განედებზე მკვეთრად განსხვავდება

ერთმანეთისაგან (სხვაობა 40-45° და მეტია), ეს იწვევს წნევათა სხვაობას, რაც იწვევს ჰაერის მასების გადაადგილებას.

დედამიწის ზედაპირზე ძირითადი ჰაერის მასების მოძრაობას ატმოსფეროს ცირკულაცია ეწოდება. ტროპოსფერო, როგორც ატმოსფეროს მთავარი შემადგენელი ნაწილი დაყოფილია ერთმანეთისგან თვისებებით განსხვავებულ ცალკეულ ჰაერის მასებად, რომლებსაც მილიონობით კვადრატული კილომეტრი უჭირავთ. განსხვავებულია მათში ამინდი და მისი მსვლელობაც.

ტროპოსფეროში გამოიყოფა ჰაერის ზოგადი ცირკულაციის ერთმანეთთან დაკავშირებული სამი ჩაუკეტავი რგოლი, კერძოდ, პოლარული (მაღალი განედების), ზომიერი და ტროპიკული (დაბალი განედების) რგოლი.

პოლარული რგოლი შემოიფარგლება 65 გრადუსიანი განედებით, ზომიერი იგივე ფარელის რგოლი მოიცავს ტერიტორიას 65 და 25-30 გრადუსიან განედებს შორის და ტროპიკული იგივე ჰადლეის რგოლი, რომელიც მდებარეობს 25-30 გრადუსიან განედებსა და ეკვატორს შორის.

ჰაერის მასები ერთმანეთისაგან განსხვავდება ასევე ტემპერატურით, ტენიანობით, ღრუბლიანობით, ატმოსფეროს გამჭირვალობით და სხვა.

ზაფხულის პერიოდში, საშუალო განედების ზღვის მასები უფრო ცივია, ვიდრე კონტინენტური მასები, ხოლო ზამთარში პირიქით, უფრო თბილია. ჰაერის მასები, დედამიწის მოქმედი ზედაპირის გავლენით განიცდის ცვალებადობას (იცვლის ფიზიკურ თვისებებს) და გარდაიქმნება სხვა გეოგრაფიული ტიპის ჰაერის მასად, რასაც ჰაერის მასის ტრანსფორმაციას უწოდებენ.

განსხვავებული თვისების მქონე ჰაერის მასების ერთმანეთთან შეხების ზედაპირს ფრონტალური ზედაპირი ანუ ატმოსფერული ფრონტი ეწოდება. ადგილს სადაც ფრონტალური ზედაპირი ეხება დედამიწის ზედაპირს ფრონტის ხაზი ეწოდება. სწორედ აქ შეიმჩნევა ატმოსფერული მოვლენების სწრაფი ცვლილება, კერძოდ ქარის სიჩქარის და მიმართულების, ტემპერატურის, ტენიანობის, ატმოსფერული წნევის და სხვა. გამოყოფენ ფრონტის რამდენიმე სახეს: ძირითადი, თბილი, ცივი (იმის მიხედვით, თუ რომელი ჰაერის მასა უფრო აქტიურია) და ოკლუზიის ფრონტი.

ძირითად ფრონტს მიეკუთვნება: არქტიკული (ანტარქტიკული), პოლარული და ტროპიკული.

საზღვარი ჰაერის თბილ და ცივ ფენებს შორის სინოპტიკურ რუკებზე წარმოადგენს ხაზს, რომელსაც მეტეოროლოგები „ფრონტის ხაზს“ უწოდებენ. რამდენადაც ჰაერის მასები მუდმივ მოძრაობაშია, მათ შორის საზღვარი მუდმივად იცვლება. საინტერესოა ის, რომ ფრონტის ხაზი გადის დაბალი წნევის არის ცენტრზე, ხოლო ფრონტი არასდროს არ გადის მაღალი წნევის არეების ცენტრებზე.

თბილი ფრონტი. როცა თბილი ჰაერის მასა, როგორც უფრო მსუბუქი და მშრალი იწყებს ცივი ჰაერის მასაზე აღმა სრიალს, ცივი ჰაერი თანდათანობით ადგილს უთმობს თბილ ჰაერის მასას. მათ გამყოფ ხაზს, რომელიც ნიადაგის ზედაპირს გადაკვეთს, თბილ ფრონტს უწოდებენ. თბილი ჰაერის აღმასვლის დროს (8-9 კმ-მდე), თბილი ჰაერი ადიაბატურად ცივდება, რაც განაპირობებს კონდენსაციურ პროცესებს. ამის შედეგად წარმოიქმნება ნალექები, ქვედა შრეში კი ღრუბლები. ფრონტის ხაზის ახლოს, დედამიწის გადაკვეთასთან წარმოიქმნება ქვედა იარუსის წვიმაფენა ღრუბლები, რომლებიც მცირე ინტენსივობის ხანგრძლივ ნალექს იძლევიან.

თბილი ჰაერის შემდგომი აღმასვლის დროს ადგილი აქვს მაღალფენა ღრუბლების წარმოქმნას, რომლებიც ზაფხულში იძლევა ნალექს წვიმის სახით, ხოლო ზამთარში თოვლის სახით. ჰაერის შემდგომი აღმასვლის დროს კი წარმოიქმნება ფრთა ფენა და ფრთა ღრუბლები, საიდანაც ნალექები არ მოდის.

ცივი ფრონტი. ცივი ჰაერის მასა გაცილებით სწრაფად მოძრაობს (საშუალოდ 40-50 კმ/სთ), ვიდრე თბილი. იგი შეიჭრება თბილ ჰაერში სოლისებურად და აიძულებს მას უკან დაიხიოს, რის შედეგად თვითონ იკავებს მის ადგილს. მათ გამყოფ ხაზს, რომელიც ნიადაგის ზედაპირს გადაკვეთს ცივ ფრონტს უწოდებენ. ამ დროს ადგილი აქვს სწრაფ და ინტენსიურ კონდენსაციურ პროცესებს, რის შედეგად წარმოიქმნება გროვაწვიმის ღრუბლები, საიდანაც წარმოიქმნება თქეში წვიმა.

წლის თბილ პერიოდში, ცივი ფრონტის გავლისას ადგილი აქვს ელჭექსა და სეტყვას. ეს ფრონტი წარმოიქმნება მაშინ, როცა ერთი ცივი ჰაერის მასა სწრაფი მოძრაობით დაეწევა მეორე ცივ ჰაერის მასას და მოხდება მათი ფრონტის ხაზების გაერთიანება. ცივი ჰაერის მასების ერთმანეთში შერევა იწვევს თბილი ჰაერის მასების

მაღლა სწრაფად განდევნას და გროვაწვიმის ღრუბლებისა და ელჭექის წარმოქმნას. ფრონტის ხაზების ასეთ გაერთიანებას ოკლუზია ეწოდება. ცივი ფრონტის სიჩქარე, როგორც წესი მეტია თბილი ფრონტის სიჩქარეზე, ამიტომ ცივი ფრონტი ხშირად ეწევა თბილ ფრონტს და ჩნდება საკმაოდ დიდი და რთული ფრონტი - ოკლუზიის ფრონტი.

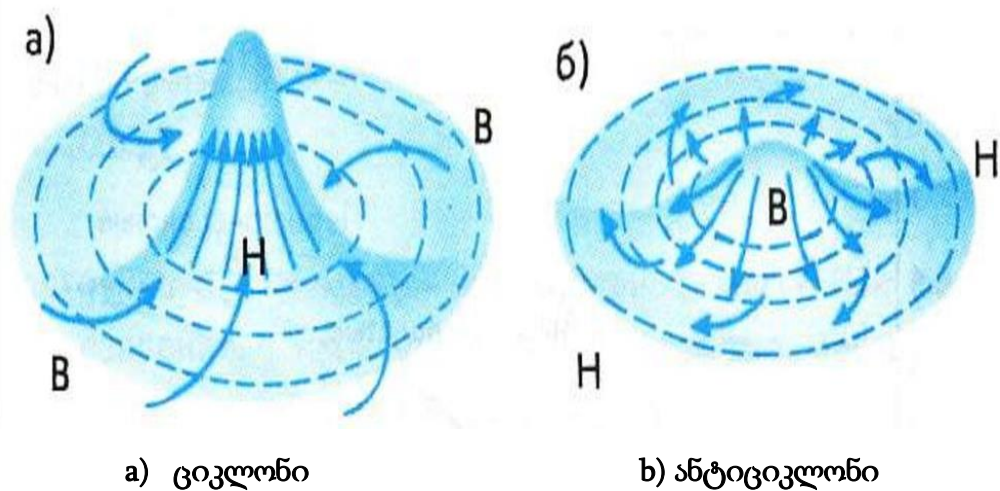
ფრონტის იმ ნაწილს, სადაც ადგილი აქვს თბილი ჰაერის აღმასვლას ანაფრონტი ეწოდება. ხოლო ფრონტის იმ ნაწილს, სადაც ადგილი აქვს ჰაერის დაღმა სვლას (სრიალს) კატაფრონტი ეწოდება.

არსებობს არქტიკული ფრონტი, რომელიც ჩნდება არქტიკულ და ზომიერი განედების ჰაერის მასებს შორის, პოლარული ფრონტი გამოყოფს ზომიერი და ტროპიკული სარტყლის ჰაერის მასებს, პასატური ფრონტი, რომელიც ტროპიკულ განედებში ყალიბდება და ტროპიკული ჰაერის ორ მასას გამოყოფს და ტროპიკული ფრონტი, რომელიც ტროპიკულ და ეკვატორულ ჰაერის მასას გამოყოფ ზედაპრზე ვითარდება.

ატმოსფეროს საერთო ცირკულაციის სისტემა ხასიათდება მაღალი და დაბალი წნევის არეებით. დაბალი წნევის არეს ციკლონი ეწოდება, ხოლო მაღალი წნევის არეს ანტიციკლონი.

ციკლონი – ჰაერის წნევათა განაწილების ისეთი არეა, რომლის ცენტრში წნევას უმცირესი მნიშვნელობა ახასიათებს, რის გამოც ქარი ქრის პერიფერიებიდან ცენტრისაკენ, საათის ისრის საწინააღმდეგო მიმართულებით. იგი წარმოიქმნება ტროპიკულ განედებში, ასევე ფორმირდება ცივი და თბილი მასების გამყოფ პოლარულ ფრონტზეც. ციკლონის დროს მყარდება შესაბამისი ამინდი აღმავალი დინებისა და დაბალი წნევის შედეგად ციკლონის ცენტრში წარმოიქმნება ღრუბელი, რის გამოც ციკლონს ახასიათებს დიდი ღრუბლიანობა და უხვი ნალექები, თბილ პერიოდში წვიმის, ხოლო ცივ პერიოდში თოვლის სახით. ციკლონი თბილი ჰაერის მასების მოძრაობის მიმართულებით გადაადგილდება, ე.ი. ზაფხულში გეოგრაფიულად იგი დასავლეთიდან აღმოსავლეთისაკენ გადაადგილდება, დღელამეში 400-800 კმ-ით, ზამთარში უფრო სწრაფად გადაადგილდება (1000 კმ/სთ). ციკლონის შიგნით ჰაერის

მასების მოძრაობის სიჩქარეა 10-15 მ/წმ, ზოგჯერ 30 მ/წმ და მეტსაც აღწევს. ციკლონის მოძრაობის სიჩქარეა 30-50 კმ საათში, ცალკეულ შემთხვევებში 100 კმ/სთ.



ციკლონის წარმოქმნაში და ფორმირებაში მონაწილეობს ორი ფრონტი – თბილი და ცივი, რომლებსაც თავისებური ამინდი ახასიათებს. თბილი ჰაერის მასა მოძრაობაში აიძულებს ჰაერის ცივ მასას დაიხიოს უკან და დაიკავოს მისი ადგილი. ცივი ჰაერი, რომელიც თბილი ფრონტის უკან მოძრაობს უფრო მეტი სიჩქარით, აიძულებს მას აიწიოს მაღლა და დაუთმოს ადგილი.

ფრონტების ასეთი ტალღური მოძრაობით ციკლონის ცენტრში წარმოიქმნება ჰაერის წრიული მოძრაობა. ფრონტალური ხაზები ერთდებიან და წარმოქმნიან ოკლუზიის ფრონტს, რის შედეგადაც ციკლონი სუსტდება და საბოლოოდ ქრება. ცივი ფრონტის გავლის დროს წარმოიქმნება წვიმაგროვა ღრუბლები და მოდის თქეში ხასიათის ნალექები, რომელსაც ხშირად სეტყვაც მოყვება. ცივ ფრონტზე წარმოქმნილი ნალექები, განსხვავებით თბილ ფრონტზე წარმოქმნილისა მეტად საზიანოა მცენარეებისათვის.

ტროპიკული ციკლონები: ყურადღებას იქცევენ დამანგრეველი ძალის გამო. მათი წარმოქმნა ხდება 5-20 გრადუსიან განედებს შორის. ზომიერი განედების ციკლონებისაგან განსხვავებით ტროპიკული ციკლონები მცირე ზომით გამოირჩევიან, მაგრამ ქარის სიძლიერით ბევრად უსწრებენ ზომიერი სარტყლის ციკლონებს.

ნალექების რაოდენობაც ტროპიკულ ციკლონებში ბევრად დიდია, ხოლო ქარის სიძლიერე 100 მ/წმ -ს ცდება.

ტროპიკულ ციკლონებში ქარის სიჩქარის გათვალისწინებით არჩევენ შემდეგი სახის ციკლონთა ტიპებს: ტროპიკულ შტორმს (ქარის სიჩქარე 17-33 მ/წმ) და ტროპიკულ გრიგალს (ქარის სიჩქარე > 33 მ/წმ-ზე).

ტროპიკულ ციკლონებს ახასიათებს ცენტრში სიწყნარის ვიწრო ზონის არსებობა ე.წ. „ციკლონის თვალი“, სადაც წნევა მინიმალურია, ჰაერს აქვს დაღმავალი ხასიათი და მისთვის მოწმენდილი და მშვიდი ამინდია დამახასიათებელი. ციკლონის თვალის არსებობა დაკავშირებულია ციკლონის ცენტრში ბარიული გრადიენტის, კორიოლისისა და ცენტრიდანული ძალების თანაბრობასთან, რაც ჰაერის თითქმის უძრაობას იწვევს. ტროპიკულ ციკლონებს სხვადასხვა სახელით იცნობენ სხვადასხვა გეოგრაფიულ არეალში, კერძოდ, აშშ-ში და კარიბის აუზში გრიგალს (ურაგანს), ჩინეთსა და იაპონიის ტერიტორიაზე ტაიფუნს, ავსტრალიაში ვილივილის. ყველაზე ხშირად ტროპიკული ციკლონები მეორდება წყნარ ოკეანეში (ფილიპინების კუნძულებთან, ყვითელ ზღვაში, ახალი გვინეის აღმოსვლეთ და მექსიკის დასავლეთ ტერიტორიებზე).

მეორე მსოფლიო ომის შემდგომ ტროპიკულ ციკლონებს ქალის სახელებს არქმევენ.

დიდი ზომის ტროპიკული ციკლონების გარდა, არსებობს მცირე ზომის ციკლონებიც (მინიატურული ციკლონები), რომელთაც შკვალსა და ქარბორბალას (ტრომბი, სმერჩი) უწოდებენ.

შკვალი ხანმოკლე გრიგალისებური ქარია, რომელიც ცვალებადი მიმართულებისაა.

ქარბორბალას ზღვებსა და ოკეანეებზე „სმერჩს“ უწოდებენ, ხოლო ხმელეთის ზედაპირზე „ტრომბს“, შეერთებულ შტატებში მას ტორნადოს (ესპ. მოხეტიალე) სახელით მოიხსენიებენ.

ანტიციკლონი. ანტიციკლონის შემთხვევაში წნევის მაქსიმუმი წარმოდგენილია ცენტრში და პერიფერიისაკენ თანდათანობით კლებულობს. ჰაერის მასები ანტიციკლონში მოძრაობენ ცენტრიდან პერიფერიისაკენ, საათის ისრის

მოძრაობის მიმართულებით, რის გამოც მისი მოქმედების ზონაში მოწმენდილი და მშრალი ამინდია.

ანტიციკლონი მძლავრი ერთგვაროვანი ჰაერის მასაა, რომელიც 2 ათეულ კმ-ზე მეტ ტერიტორიას იკავებს. იგი წარმოიქმნება ზევიდან ჰაერის მასების დაშვებით, რის გამოც მის ცენტრში გროვდება ჰაერის მასა, რაც მაღალ წნევას განაპირობებს. ზაფხულში, მან შეიძლება გამოიწვიოს ატმოსფერული გვალვა, როგორც შედარებით იშვიათი მოვლენა მოდის თქეში წვიმებიც, რაც გამოწვეულია ადგილობრივი კონვექტური დენებით. ზამთარში, ანტიციკლონის მოქმედების განედებისათვის დამახასიათებელია მიწის ზედაპირული ინვერსიები (მკაცრი ყინვები).

ანტიციკლონებს უკავიათ დიდი ტერიტორია, მათი დიამეტრი 2000-3000 კმ აღწევს. მათთვის დამახასიათებელია სუსტი ქარები. არჩევენ მოძრავ და სტაციონარულ ანტიციკლონებს. მოძრავი ანტიციკლონები წარმოიქმნება არქტიკაში და მოაქვს ცივი, მშრალი ჰაერი. სტაციონარული ანტიციკლონები უმეტესად წარმოიქმნება ზაფხულში, წყნარი ოკეანის ჩრდილოეთ ნაწილში და ზამთარში ზომიერი განედების მატერიკულ ნაწილში. ისინი ხასიათდებიან დგომის ხანგრძლივობით (რამდენიმე კვირა, თვე). ანტიციკლონების გადაადგილების სიჩქარეა 25 კმ/სთ-ში, ზოგჯერ 80 კმ/სთ აღწევს.

ანტიციკლონები, ისევე როგორც ციკლონები ძირითადად მოძრაობენ დასავლეთიდან აღმოსავლეთისაკენ, თუმცა შესაძლებელია გადაიხარონ დაბალი განედებისაკენ, სამხრეთ-აღმოსავლეთის მიმართულებით.

ანტიციკლონებს ყოფენ სხვადასხვა ჯგუფებად, კერძოდ, თერმული, დინამიკური და თერმოდინამიკური. ასევე ანტიციკლონებს ყოფენ ასევე ოთხ ძირითად ტიპად: ციკლონთა საოჯახო ანტიციკლონები, ჩამკეტი ანტიციკლონები, სუბტროპიკული ანტიციკლონები, არქტიკული ანტიციკლონები.

შემაჯამებელი კითხვები

1. ჰაერის მასები და მისი სახეები
2. ფრონტის ხაზი
3. ცივი ფრონტი
4. თბილი ფრონტი
5. ციკლონი და მისი სახეები
6. ანტიციკლონი
7. ჰაერის მასის სახეები გენეზისის მიხედვით

ჰაერის მასების მოძრაობა. ქარი

ჰაერის მასების ჰორიზონტალური ან ნახევრად ჰორიზონტალური მიმართულებით მოძრაობას ქარი ეწოდება. მისი წარმოქმნის მიზეზი ატმოსფერული წნევის არათანაბარი განაწილებაა.

ტემპერატურათა სხვაობა ეკვატორსა და პოლუსებს შორის განაპირობებს ამ მხარეებში ცვალებად ატმოსფერულ წნევებს. კერძოდ, პოლუსებზე უდიდესს, ხოლო ეკვატორზე უმცირეს, რაც ძირითადი მიზეზია ატმოსფეროს დიდი მასშტაბით ცირკულაციისა.

ატმოსფეროში წნევის ცვალებადობა ხდება როგორც ჰორიზონტალური, ასევე ვერტიკალური მიმართულებით. აქედან გამომდინარე, ჰაერის მასების გადაადგილდება შეიძლება მოხდეს ვერტიკალურად – აღმავალი და დაღმავალი მიმართულებით, რასაც კონვექტურ დენებს უწოდებენ. ჰაერის მასები მოძრაობენ მაღალი წნევის არედან დაბალი წნევის არესაკენ. ეს პროცესი გრძელდება სანამ მათ შორის ატმოსფერული წნევა არ გათანაბრდება. ე.ი. ქარის წარმოქმნის ძირითადი მიზეზი, ეს არის ორ ადგილს შორის წნევათა სხვაობა (1° -იანი მერიდიანის მანძილზე), რომელიც განისაზღვრება ბარომეტრული გრადიენტით. იგი მატულობს ქარის სიჩქარის მატებასთან ერთად. ქარს ახასიათებს მიმართულება და სიჩქარე. ქარის მიმართულებას საზღვრავენ ჰორიზონტის იმ წერტილით, საიდანაც ჰაერის მასა მოძრაობს. აღმოსავლეთიდან მოძრავ ჰაერის მასას აღმოსავლეთის ქარს უწოდებენ, დასავლეთიდან – დასავლეთის და ა.შ. ჰორიზონტი იყოფა 16 რუმბად .



ქარის სიჩქარე ჰაერის მასების დროის ერთეულში განვლილი მანძილია. იგი გამოისახება მ/წმ ან კმ/სთ-ში. ქარის მოძრაობის დაწყების მომენტში აღიძვრება ძალები, რომლებიც გავლენას ახდენენ მოძრავი ჰაერის მასების ხასიათზე. ამ ძალებს მიეკუთვნება:

- დედამიწის ბრუნვის გადამხრელი ძალა;
- ბარომეტრული გრადიენტის ძალა;
- ცენტრიდანული ძალა.
- ხახუნის ძალა;

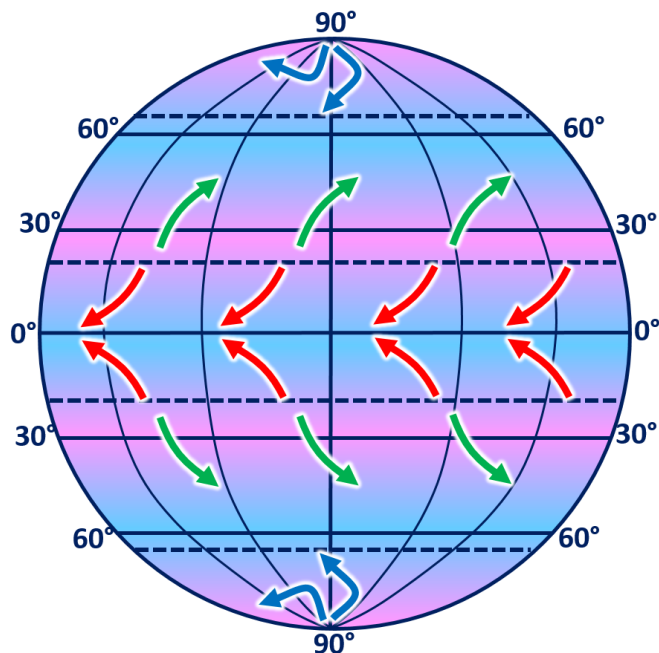
დედამიწის ბრუნვის გადამხრელი ძალა. აღნიშნული ძალა დამოკიდებულია ღერძის გარშემო დედამიწის ბრუნვის სიჩქარეზე. იგი მუდმივმოქმედი ფაქტორია და აპირობებს დედამიწის ჩრდილოეთ ნახევარსფეროში ქარების მიმართულების გადახრას ჩრდილოეთით, ხოლო სამხრეთ ნახევარსფეროში მარცხნივ. ეს ძალა არ ცვლის ჰაერის სიჩქარეს, არამედ ცვლის მიმართულებას. დედამიწის ბრუნვის გადამხრელი ძალა განაპირობებს მდინარეების გადახრას მარჯვნივ და მარცხნივ.

ხახუნის ძალა. დედამიწის ზედაპირზე მოძრავი ჰაერის მასები მუდმივად განიცდიან ხახუნის გავლენას. იგი მოქმედებს ქარის მოძრაობის საწინააღმდეგო მიმართულებით, ამუხრუჭებს მოძრაობას და ამცირებს ჰაერის სიჩქარეს. ხახუნის ძალა წარმოადგენს გარეგანი და შინაგანი ხახუნის ძალას, ხოლო მოძრავი ჰაერის მასების ურთიერთშეხება იწვევს შინაგანი ხახუნის ძალას. ხახუნის ძალის სიდიდე მნიშვნელოვანია უსწორმასწორო ადგილებში. იგი ოკეანეების ზედაპირზე ხმელეთთან შედარებით მცირეა დაახლოებით 4-ჯერ. სიმაღლის მატებასთან ერთად მცირდება ხახუნის ძალა. ჰაერის ფენას, სადაც მჟღავნდება ხახუნის ძალის მოქმედება ხახუნის ფენა ეწოდება. ხახუნის გავლენა ვლინდება 500-1500 მ სიმაღლემდე. აღნიშნულ სიმაღლეს ხახუნის დონე ეწოდება. მნიშვნელოვანია ხახუნის გავლენა ქარის მიმართულებასა და სიჩქარეზე. ცენტრიდანული ძალა. ჰაერის მასის მოძრაობა თუ მიმდინარეობს მრუდხაზოვანი ტრაექტორიით, წარმოიქმნება ცენტრიდანული ძალა, რომელიც დედამიწის ბრუნვით გამოწვეული ძალის მსგავსია და აძლიერებს მას.

ცენტრიდანული ძალა მიმართულია ცენტრისკენული ძალის მოპირდაპირე, მრუდხაზოვანი ტრაექტორიის გარეთ. მისი მნიშვნელობა მცირეა ციკლონებში და ანტიციკლონებში, ხოლო საგრძნობია ტროპიკულ ციკლონებში, სადაც ქარის სიჩქარე კოლოსალურ სიდიდეს აღწევს. ზემოაღნიშნული ქარის მამოძრავებელი ძალები განაპირობებენ დედამიწის ზედაპირზე ჰაეროვანი გარსის, როგორც მთლიანი მოძრავი სისტემის რთულ ცირკულაციას.

წნევის ზონალური განაწილება მნიშვნელოვნად განსაზღვრავს დედამიწის ზედაპირზე გაბატონებული ქარების ზონალობას. ქარების განაწილება და ხასიათი იცვლება გეოგრაფიული განედების მიხედვით.

პასატები. იგი ხმელეთის ზედაპირზე მოქმედი ქარია, რომელიც წარმოიქმნება დედამიწის ეკვატორულ ნაწილში, მზის რადიაციის თანაბარი მოქმედების შედეგად. მას აქვს მუდმივი მიმართულება, მისი საშუალო სიჩქარეა 6-8 მ/წმ. პასატები გადაადგილდება ოკეანეების შედარებით ნაკლებად თბილი ზედაპირიდან უფრო თბილ ზედაპირზე, რაც წარმოქმნის ძლიერ კონვექციას. კონვექცია ვითარდება დაბალ ფენაში, რადგან 1200-2000 მ სიმაღლეზე პასატურ ინვერსიას აქვს ადგილი. აღნიშნული ფენა აფერხებს ღრუბლების ვერტიკალურ განვითარებას, ამიტომ პასატები ხასიათდებიან მცირე ნალექით.



პასატები

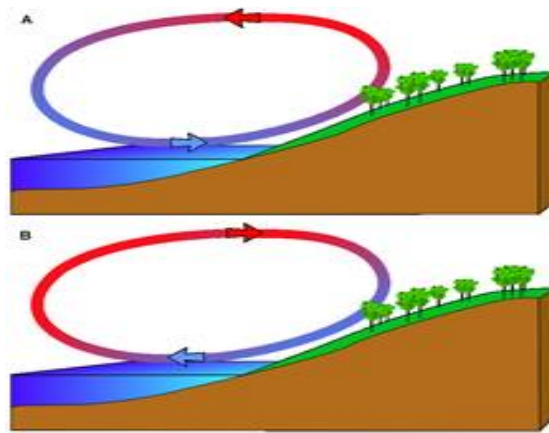
ჩრდილო და სამხრეთ ნახევარსფერო ერთმანეთს ხვდება ეკვატორთან, სადაც ვითარდება აღმავალი ნაკადები და წარმოქმნილი გროვა, გროვა წვიმა ღრუბლებიდან მოდის კოკისპირული წვიმა, განსაკუთრებით მზის ზენიტში დგომის დროს.

მუსონები. იგი წარმოიქმნება კონტინენტებისა და ოკეანეების არათანაბარი გათბობისა და გაცივების შედეგად. მუსონები სეზონური ხასიათის ქარებია. ისინი ქრიან ზღვიდან ხმელეთისაკენ და პირიქით, ხოლო მიმართულებას იცვლიან წელიწადის დროთა ცვლის შესაბამისად. ზაფხულში ქრის ზღვიდან ხმელეთისაკენ (ზაფხულის მუსონი) და ზამთარში ხმელეთიდან ზღვისაკენ (ზამთრის მუსონი). პირველ შემთხვევასთან დაკავშირებულია ღრუბლიანი, ნალექიანი ამინდები, ხოლო მეორესთან მოწმენდილი, მშრალი ამინდები. მუსონების დროს ჰაერის ნაკადი ერთი მიმართულებითაა გაბატონებული, თუმცა ცალკეულ შემთხვევებში მოკლე პერიოდით ხდება მისი მიმართულების შეცვლა.

პასატები და მუსონები ზოგადი ხასიათის ქარებს მიეკუთვნებიან. რელიეფის ადგილობრივი პირობები კი ხელს უწყობს მცირე მასშტაბის ცირკულაციის განვითარებას, რაც გამოიხატება ადგილობრივი ხასიათის ქარების ფორმირებაში. ეს ის ქარებია, რომლებიც ადგილობრივად წარმოიქმნებიან და ადგილის ფიზიკურ-გეოგრაფიული პირობების გავლენით დამახასიათებელ ტიპიურ თვისებებს იძენენ.

ადგილობრივ ქარებს მიეკუთვნება: ბრიზები, მთა-ბარის, ტყე-ველის, ფიონი, ბორა და სხვა.

ბრიზები. იგი წარმოიქმნება ოკეანეების, ზღვების, ტბების, ტყის სანაპიროებზე. მას სანაპირო ქარებსაც უწოდებენ. ბრიზი სუსტი ქარია, რომელიც მიმართულებას იცვლის დღელამის განმავლობაში. დღისით ხმელეთი წყლის ზედაპირთან შედარებით უფრო მეტად თბება, ამიტომ წყლის ზედაპირზე წნევა მაღალია და ჰაერის მასები წყლიდან ხმელეთისაკენ იწყებენ მოძრაობას. ღამით ეს პროცესი პირიქით მიმდინარეობს.



ბრიზები

ლამით ხმელეთი ზღვასთან შედარებით უფრო მეტად ცივდება, შესაბამისად ხმელეთზე წნევა უფრო მაღალია, ვიდრე ზღვაზე, ამიტომ ქარი ხმელეთიდან ზღვისკენ ქრის.

მთა-ხეობის ქარები. დღელამის განმავლობაში მთასა და ბარს შორის ქარის მიმართულება ცვალბადობს და მათ დღე-ღამის პერიოდი ახასიათებთ. დღისით ქარი ბარიდან ქრის მთებისკენ, ხოლო ღამით მთებიდან ბარისკენ, რაც მთისა და ბარის არათანაბარი გათბობით არის გამოწვეული. დღისით ჰაერი მთებში ნაკლებად თბება ვიდრე ბარში, ამიტომ ჰაერის მასა ბარიდან მთისკენ იწყებს მოძრაობას, ღამით პირიქით. მთა-ხეობის ქარის განვითარება ძირითადად ხდება ზაფხულში, წყნარი ამინდის პირობებში.

ტყე-ველის ქარები. დღისით ტყეში ველთან შედარებით ტემპერატურა დაბალია, ხოლო წნევა მაღალი, ამიტომ ქარი ტყიდან ველისაკენ იწყებს ქროლას. ღამით ქარი ველიდან ტყისაკენ ქრის, რადგან ველი სითბოს ვერ ინარჩუნებს, წნევა კი მატულობს. ტყე-ველის ქარები მკვეთრად არის გამოხატული ზაფხულში.

ფიონი. იგი წარმოიქმნება ტენიანი ჰაერის მიერ მთის გადალახვის დროს, სხვადასხვა ექსპოზიციის ფერდობებს შორის წნევათა სხვაობის შედეგად. ფიონის შემთხვევაში ჰაერის ტემპერატურა სწრაფად მატულობს და შესაბამისად თოვლის სწრაფ დნობას აქვს ადგილი. იგი წარმოიქმნება მაშინ, როცა ქედის მხარეებზე განსხვავებული წნევებია. დასავლეთ საქართველოში აღმოსავლეთის ქარს აქვს ფიონური ხასიათი და მას „ზენა“ ქარს უწოდებენ. იგი ქრის წლის ყველა პერიოდში, უფრო ხშირად ზამთარში.

ფიონი დიდ ზიანს აყენებს მცენარეულობას, განსაკუთრებით ყვავილობის პერიოდში (ყვავილები ჭკნება, ცვივა, ფოთლები ყვითლდება, ხმება და ა.შ.). ფიონს აქვს დადებითი მხარეებიც, კერძოდ, იგი აზომიერებს ჰაერის ტენიანობას, აშრობს ჭარბტენიან ნიადაგს, ადიდება ზამთრის ტემპერატურას, აჩქარებს ნაყოფების დამწიფებას და სხვა. ქუთაისში 114 დღე ფიონურია, მისი ხანგრძლივობა ზოგიერთ შემთხვევაში 5 დღესაც გრძელდება.

ბორა. ადგილობრივი ძლიერი ქარია, რომელიც მოძრაობს დაბალი სიმაღლის მთებიდან (100 მ-მდე) თბილი ზღვის მიმართულებით. ბორა ციცაბო ფერდობზე ისეთი დაღმავალი სიჩქარით მოძრაობს, რომ „ქარვარდნილს“ წარმოქმნის. ბორა ხშირად ქრის შავი ზღვის სანაპიროზე – ნოვოროსიისკის რაიონში და მას ნოვოროსიისკის ბორას უწოდებენ. მისი მოქმედების დაწყებისას ცივი ჰაერის მასები მიემართება შავი ზღვისაკენ მარხოტის უღელტეხილით და დიდი სიჩქარით ეშვება „ქარვარდნილის“ სახით ნოვოროსიისკის ნავსადგურის ტერიტორიაზე. იგი იწვევს ძლიერ ღელვას, ამ მომენტისათვის ცივი ქარის სიჩქარე 20 მ/წმ, ცალკეულ შემთხვევაში 60 მ/წმ-ს აღემატება. ქარის სიჩქარისათვის დამახასიათებელია დღელამური და წლიური მსვლელობა. ქარის სიჩქარის მაქსიმუმი 14 საათზეა, მინიმუმი – ღამით ან დილით. 500 მ და უფრო მაღალ სიმაღლეზე მაქსიმუმი ღამითაა, მინიმუმი დღისით. ქარის სიჩქარეს ანალოგიური დღელამური მსვლელობა ახასიათებს მთებშიც.

ქარის წლიური მსვლელობა საკმაოდ რთულია. იგი დამოკიდებულია კლიმატურ პირობებზე. მაგალითად, თბილისის პირობებში თებერვალი და მარტი უფრო ქარიანია, ვიდრე სხვა თვეები. ქარის მიმართულების დღელამური მსვლელობის დროს სიჩქარის მატებასთან ერთად (შუადღის საათებში) ხმელეთზე ქარი გადაიხრება მარჯვნივ (საათის ისრის მიმართულებით), ხოლო ღამით ქარის სიჩქარის შემცირებას თან ახლავს ქარის მიმართულების შემობრუნება მარცხნივ, რაც აიხსნება ჰაერის ტურბულენტური მოძრაობის დღელამური მსვლელობით.

ტყის გავლენით ქარის სიჩქარე მცირდება, რაც შესამჩნევია ხდება 2-4 მ სიმაღლიდან. ჰაერის მასების ნაწილი იჭრება ტყეში, უმეტესი ნაწილი ზევით ადის, შემდეგ ძირს ეშვება და შენელებული სიჩქარით განაგრძობს მოძრაობას. ტყეში ქარისსიჩქარე თანდათან იკლებს და ბოლოს წყდება. ქარის სიჩქარე ღია ადგილთან

შედარებით შეიძლება შემცირდეს მინდორსაცავი ტყის ზოლის გავლენით (20%-ით და მეტით). საერთოდ, ტყეში ქარის სიჩქარე მცირეა და 0.4-0.9 მ/წმ-ს არ აღემატება. უსწორმასწორო ზედაპირზე ჰაერის მასების მოძრაობა დაბრკოლებულია. რაც მეტია წინააღმდეგობა, მით შენელებულია ქარის სიჩქარე და პირიქით. ტყე ქარს უცვლის როგორც სიჩქარეს, ასევე მიმართულებას, რაც დამოკიდებულია ტყის ჯიშობრივ შემადგენლობაზე, სიხშირეზე და სხვა.

შემაჯამებელი კითხვები

1. ქარის განმარტება
2. ჰაერის მასების გადაადგილებაზე მოქმედი ძალები
3. მუდმივი ქარები
4. პერიოდული ქარები
5. ქარის წლიური მსვლელობა
6. ფიონები
7. ქარი თავისუფალ ატმოსფეროში (ხახუნის ფენის გარეთ) და დედამიწის ზედაპირთან ახლოს დახურულ იზობარებში (ციკლონების და ანტიციკლონების ქარები) სხვადასხვა სისტემაში. ყოველდღიური ქარის სიჩქარე.

ქარის მიმართულებისა და სიჩქარის გამზომი ხელსაწყოები

ქარის მიმართულებისა და სიჩქარის გაზომვისათვის მეტეოროლოგიურ სადგურებში იყენებენ ფლუგერს, ხელის ანემომეტრსა და ანემორუმბომეტრს.



ფლუგერი – (Flügel–ჰოლანდიური სიტყვაა და ფრთას ნიშნავს) იგი წარმოადგენს ქარის მიმართულებისა და სიჩქარის გამზომ ხელსაწყოს. მიმართულების მაჩვენებელია ორი წაკვეთილი კონუსის ფორმის ფრთა, ქარგამკვეთი ტვირთით და 8 ლითონის ღეროთი. ღეროები ჰორიზონტის მხარეების მაჩვენებელია. ქარის მოქმედებით ქარგამკვეთი ტვირთი ბრუნავს ვერტიკალური

ღერძის გარშემო და ქარის მიმართულება განისაზღვრება ღერაკებს შორის ქარგამკვეთის მდებარეობით. ქარის სიჩქარის მაჩვენებელი შედგება ლითონის დაფისაგან და 8 ღერაკისაგან, რომლებიც ჩამაგრებულია იმავე რკალისებურ ჩარჩოზე. წყვილი რიცხვების მაჩვენებელი (0, 2, 4, 6) ღერაკები უფრო გრძელია, ვიდრე კენტი რიცხვების (1, 3, 5, 7). მეტეოსადგურებზე გამოიყენება ორი ფლუგერი – მსუბუქ დაფიანი, რომლის მიხედვით გაიზომება ქარის სიჩქარე 20 მ/წმ-მდე და მძიმე დაფიანი 20 მ/წმ-ის ზევით.

ქარის სიჩქარის განსაზღვრისათვის აითვლება ის რიცხვი, რომლის ახლოსაც მდებარეობს დაფა და სპეციალური ცხრილის გამოყენებით მიღებული რიცხვი გადაიყვანება მ/წმ-ში.

ხელის ანემომეტრი. იგი გამოიყენება ქარის საშუალო სიჩქარის გასაზომად, დროის ებისმიერ მონაკვეთში. ანემომეტრის მიმღები ნაწილი წარმოადგენს სწრაფად მბრუნავ ფირფიტებს. ისინი დამაგრებულია ლითონის ღერძზე და მთავრდება „უსასრულო“ ხრახნით. ხრახნს ბრუნვით მოძრაობაში მოყავს კბილებიანი თვლების სისტემა, რომელიც ამოძრავებს ასათვლელი მექანიზმის ისრებს. მექანიზმი მოთავსებულია კორპუსში, რომლის ციფერბლატს აქვს სამი სკალა (ათასების, ასეულებისა და ათეულების ბრუნვების ასათვლელად). პატარა ისრების ჩვენებით აითვლება ასეული და ათასეული ბრუნვები. ასათვლელი მექანიზმის ჩართვა და გამორთვა ხდება არტერით, რომელიც მოთავსებულია კორპუსის გვერდზე, პატარა რგოლის სახით.



ხელის ანემომეტრი.

ანემორუმბომეტრი. იგი დისტანციური ხელსაწყოა, რომელიც გამოიყენება საშუალო და უეცარი – მაქსიმალური ქარის სიჩქარისა და მიმართულების გაზომვისათვის. ხელსაწყოს კომპლექტში შედის გადამცემი, გამზომი პულტი და მკვებავი ბლოკი. გადამცემი შედგება ლითონის გლუვი კორპუსისაგან, რომელიც მოძრაობს ვერტიკალური უძრავი ღერძის გარშემო. კორპუსის ბოლოში მოთავსებულია ქარგამკვეთი, ხოლო თავში ოთხფარფლიანი ხრახნი, რომელიც ქარგამკვეთის დახმარებით მუდმივად ქარის დინების პერპენდიკულარულად დგას.



ანემორუმბომეტრი.

შემაჯამებელი კითხვები

1. ქარი და მისი მახასიათებლები: მიმართულება და სიჩქარე.
ქარის მახასიათებლების განმსაზღვრელი ფაქტორები.
2. ქარი თავისუფალ ატმოსფეროში (ხახუნის ფენის გარეთ) და დედამიწის ზედაპირთან ახლოს დახურულ იზოზარებში (ციკლონების და ანტიციკლონების ქარები) სხვადასხვა სისტემაში. ყოველდღიური ქარის სიჩქარე.
3. ქარის მიმართულებისა და სიჩქარის გამზომი ხელსაწყოები

წყლის ორთქლი ატმოსფეროში

ჰაერის ტენიანობას ატმოსფეროში განაპირობებს წყლის ორთქლის შემცველობა, რომელიც განუწყვეტლივ მოედინება აორთქლების შედეგად. იგი ჰაერის შემადგენელი ნაწილის ცვალებად სიდიდეს წარმოადგენს და დამოკიდებულია მრავალ ფაქტორზე. ეს ფაქტორებია: ადგილის ფიზიკურ-გეოგრაფიული მდგომარეობა, დღეღამის, წლის დრო, ჰაერის ტემპერატურის ცვალებადობა, რომელიც განაპირობებს გამჟღენთი წყლის ორთქლის დრეკადობის მაქსიმალურ სიდიდეს. წყლის ორთქლს ახასიათებს დრეკადობა და როგორც მთლიანი ატმოსფეროს ნაწილი განაპირობებს ატმოსფერულ წნევას. იგი გამისახება მილიმეტრებში ან მილიბარებში.

წყლის ორთქლის შემცველობა ჰაერში განისაზღვრება ტენიანობის შემდეგი სიდიდეებით: აბსოლუტური ტენიანობა, შეფარდებითი ტენიანობა, ტენიანობის დეფიციტი და ნამის წერტილი.

ჰაერის აბსოლუტური ტენიანობა - წყლის ორთქლის ის რაოდენობაა გრამებში, რომელიც მოთავსებულია 1მ^3 მოცულობის ჰაერში და გამოისახება გრ/მ³.

ჰაერის ფარდობითი ტენიანობა - განისაზღვრება წყლის ორთქლის აბსოლუტური ტენიანობის შეფარდებით, გამჟღენთი წყლის ორთქლის დრეკადობასთან მოცემულ ტემპერატურაზე, გამოსახულს %-ში.

შეფარდებითი ტენიანობის გადიდებით ტენიანობის დეფიციტი მცირდება, 100%-ზე კი ნულს უტოლდება. ტენიანობის დეფიციტი წარმოადგენს კომპლექსურ მახასიათებელს, რომელიც ჰაერის სიმშრალის ხარისხს გამოხატავს. იგი საშუალებას იძლევა, აღნიშნული სიდიდე გამოვიყენოთ სასოფლო-სამეურნეო კულტურების განვითარების პირობების შეფასებისათვის.

ნამის წერტილი - არის ტემპერატურა, რომლის დროსაც ჰაერში არსებული წყლის ორთქლი მოცემულ წნევაზე იწყებს გაჯერებას. ნამის წერტილს განსაზღვრავენ წყლის ორთქლის მაქსიმალური დრეკადობის ცხრილით. ნამი წარმოიქმნება 0° ტემპერატურის ზევით, ხოლო 0° -ზე იგი იღებს თრთვილის სახეს.

ტენიანი ჰაერი ატმოსფეროში გადაადგილდება, როგორც ჰორიზონტალურად ისე ვერტიკალურად. ჰორიზონტალური გადაადგილების დროს ტენიანი ჰაერი მნიშვნელოვან ცვლილებას არ განიცდის, ხოლო ვერტიკალური მოძრაობის დროს მიმდინარეობს მეტად რთული ფიზიკური პროცესები, რაც გამოიხატება ტენიანი ჰაერის სტადიურობაში (მშრალი, წვიმის, სეტყვის და თოვლის სტადიები).

აორთქლება ეწოდება თხევადი ნივთიერების გადასვლას აორთქლება ეწოდება თხევადი ნივთიერების გადასვლას სითხის მდგომარეობიდან გაზობრივ მდგომარეობაში. იგი რთული პროცესია და ატმოსფეროს ტენის მთავარ წყაროდ ითვლება. აორთქლება ძირითადად მიმდინარეობს ნიადაგიდან, მცენარეული საფარიდან, წყლის ზედაპირიდან და ა.შ. მისი ფიზიკური არსი მდგომარეობს შემდეგში - წყლის მოლეკულები, სითხის შიგნით და ზედაპირზე განუწყვეტლივ მოძრაობენ სხვადასხვა სიჩქარით.

ტემპერატურის მატებასთან ერთად მატულობს აორთქლებაც. წყლის ზოგიერთი მოლეკულა ისევ სითხეს უბრუნდება ანუ მუდმივად წარმოებს საწინააღმდეგო პროცესი. ე.ი. აორთქლება არის სითხიდან მოწყვეტილი და უკან დაბრუნებული მოლეკულათა შორის სხვაობა. აორთქლების პროცესთან გვაქვს საქმე მაშინ, როცა სითხიდან გამოყოფილი მოლეკულების რაოდენობა აღემატება დაბრუნებულს.

აორთქლების პროცესზე იხარჯება დიდი რაოდენობით სითბო. წყლის ზედაპირიდან 1 გრ წყლის ასაორთქლებლად იხარჯება 600 კალორია სითბო, ხოლო ყინულის ზედაპირიდან 680 კალორია. ერთმანეთისაგან განსხვავდება ფაქტობრივი აორთქლება და შესაძლებელი აორთქლება. ძლიერ ტენიანი ნიადაგიდან და წყლის ზედაპირიდან აორთქლებას აორთქლებადობა (შესაძლებელი აორთქლება) ეწოდება. წყლის მარაგი ლიმიტირებული არ არის. ჩვეულებრივ პირობებში, ნიადაგის ზედაპირიდან აორთქლება ნაკლებია აორთქლებადობაზე, რადგან თბილ პერიოდში ნიადაგი შრება და აორთქლების პროცესი ნელდება ან წყდება. ჭარბტენიანი რაიონებისათვის ფაქტობრივი აორთქლების სიდიდე უახლოვდება აორთქლებადობას. გვალვიან რაიონებში აორთქლება მცირეა აორთქლებადობასთან შედარებით. აორთქლების დღეღამური მსვლელობა ტემპერატურის დღეღამური მსვლელობის

პარალელურია, აორთქლების მაქსიმუმი შუადღის საათებშია. დღედამური მსვლელობა თბილ პერიოდში გამოხატულია შემდეგნაირად: მაქსიმუმი ზაფხულშია, მინიმუმი ზამთარში.

აორთქლება მცენარის ზედაპირიდან - რთული ფიზიკურ-ბიოლოგიური პროცესია, რომელსაც ტრანსპირაციას უწოდებენ. მცენარეთა ფესვთა სისტემით ნიადაგიდან შეწოვილი წყალი ორთქლდება ფოთლების საშუალებით. მცენარისათვის შეწოვილ წყალს ორი დანიშნულება აქვს. ერთის მხრივ შეწოვილი წყალი წარმოადგენს მინერალური მარილების ხსნარს, რომელსაც მცენარე იყენებს კვებისა და ზრდა-განვითარების პროცესში, ხოლო მეორე დანიშნულება ის არის, რომ მცენარე წყლის აორთქლებით დაბლა სწევს თავის ტემპერატურას და ამით გადახურებისაგან იცავს თავს. წყლის რაოდენობას, რომელიც საჭიროა მშრალი ნივთიერების ბიომასის ერთეულის შესაქმნელად ტრანსპირაციის კოეფიციენტი ეწოდება. ტრანსპირაციის ინტენსივობაზე გავლენას ახდენს გარემოს ტემპერატურა (მცენარე ტრანსპირაციას აწარმოებს 40° ტემპერატურამდე), ქარი (2-3-ჯერ ზრდის აორთქლებას), სინათლე. პირდაპირი რადიაციის დროს ის მეტია, გაბნეული რადიაციისას ნაკლები. ჰაერში ტენიის მაღალი მაჩვენებლის შემთხვევაში ტრანსპირაცია ნელდება.

ტრანსპირაცია დამოკიდებულია მცენარის ასაკზე და იცვლება ნიადაგურ-კლიმატური პირობების მიხედვით. ტრანსპირაციის ცვლილების ინტენსიურობა მცენარეების ვარჯის სხვადასხვა ნაწილებში არათანაბრად მიმდინარეობს. ყველაზე ძლიერად ტრანსპირაცია მცირდება მცენარის ვარჯის დაჩრდილულ ნაწილებში, შემდეგ ქვედა იარუსის ფოთლებში, ხოლო ბოლოს წვეროების ფოთლებში.

აორთქლება ნიადაგის ზედაპირიდან – რთულ ფორმებში მიმდინარეობს და დამოკიდებულია როგორც მეტეოროლოგიურ პირობებზე, ასევე ნიადაგის ტიპზე, მის ფიზიკურ-ქიმიურ თვისებებზე, გრუნტის წყლის სიახლოვეზე. რაც უფრო ახლოს არის გრუნტის წყალი ასაორთქლებელ ზედაპირთან, მით მეტია აორთქლება. ქვიშიანი ნიადაგებიდან აორთქლება მცირეა თიხნარ ნიადაგებთან შედარებით. აორთქლების ინტენსივობაზე გავლენას ახდენს ნიადაგის ფერი. მუქი ფერის ნიადაგის ზედაპირიდან მეტი წყალი ორთქლდება ვიდრე ღია ფერის ნიადაგიდან. რაც იმით აიხსნება, რომ მუქი

ფერის ნიადაგი მეტ მზის ენერგიას შთანთქავს და თბება, ხოლო ღია ფერის ნიადაგი მეტ მზის ენერგიას ირეკლავს და ნაკლებად თბება.

აორთქლების ინტენსივობაზე ასევე, ახდენს გავლენას რელიეფის ფორმა და ექსპოზიცია. ქედზე აორთქლება მეტია, ვიდრე ქვაბულებში, ამ უკანასკნელში ჰაერის ცირკულაციის შემცირების გამო. სამხრეთის ექსპოზიციის ფერდობები უფრო მალე თბება ვიდრე ჩრდილოეთის, ამიტომ პირველ შემთხვევაში გაცილებით მეტ აორთქლებას აქვს ადგილი, ვიდრე მეორეში.

აორთქლება წყლის ზედაპირიდან. აორთქლების სიჩქარე წყლის ზედაპირიდან მატულობს მისი ტემპერატურისა და ქარის სიჩქარის ზრდასთან ერთად. ქარი იტაცებს წყლის ზედაპირიდან აორთქლებულ მასას, ხოლო მის ადგილს იკავებს შედარებით მშრალი ჰაერი. მზის რადიაცია, რომელიც წყლის ფენებს ათბობს საშუალოდ 15 მ სიღრმემდე, გავლენას ახდენს აორთქლების სიჩქარეზე.

წყლის ზედაპირიდან აორთქლების გასაზომად იყენებენ 20 და 100 მ² ფართობის ამაორთქლებელ აუზებს და 3000 სმ² ზედაპირის მქონე ამაორთქლებლებს. აღნიშნულ აუზებსა და ამაორთქლებლებში კაორთქლებას საზღვრავენ წყლის დონის ცვლილებით, სადაც გათვალისწინებულია მოსული ნალექების რაოდენობაც. ასეთი გაზომვები სრულყოფილად ვერ განსაზღვრავენ ბუნებრივ პირობებს და მხოლოდ დაახლოებით წარმოდგენას იძლევიან აორთქლებაზე.

აორთქლების გაზომვის მიზნით გამოიყენება სპეციალური ამაორთქლებელი ხელსაწყოები და ემპირიული ფორმულები. აორთქლებადობის გამოსაანგარიშებლად გამოიყენება შემდეგი სიდიდეები: ტენიანობის დეფიციტი, ფარდობითი ტენიანობა, ქარის სიჩქარე, ჰაერის ტემპერატურა, რადიაციული ბალანსის სიდიდე. სითხის მდგომარეობიდან გაზობრივ მდგომარეობაში. იგი რთული პროცესია და ატმოსფეროს ტენის მთავარ წყაროდ ითვლება. აორთქლება ძირითადად მიმდინარეობს ნიადაგიდან, მცენარეული საფარიდან, წყლის ზედაპირიდან და ა.შ.

შემაჯამებელი კითხვები

1. წყალი ატმოსფეროში. წყლის ბრუნვა ატმოსფეროში. აორთქლება და აორთქლებადობა;
2. აორთქლების დღედამური და წლიური მსვლელობა;
3. აორთქლებაზე მოქმედი ფაქტორები;
4. ტრანსპირაცია;
5. ატმოსფერული ტენიანობის განსაზღვრა. ატმოსფერული ტენიანობის დღედამური და წლიური მსვლელობა; ატმოსფერული ტენიანობის ცვალებადობა სიმაღლის მიხედვით;
6. ატმოსფეროში არსებული წყლის ორთქლის კონდენსაცია და სუბლიმაცია; კონდენსაციის ბირთვი

ღრუბლების წარმოქმნა და მათი კლასიფიკაცია

ატმოსფეროში წყლის ორთქლის კონდენსაციის ან სუბლიმაციის პროდუქტს, რომელიც წარმოიქმნება გარკვეულ სიმაღლეებზე ღრუბლები ეწოდება. ღრუბლის ნაწილაკები შეიძლება იყოს წყლის წვეთები და ყინულის კრისტალები. ღრუბლებიდან აღნიშნული წვეთების ან კრისტალების გამოყოფას, რომელიც დედამიწის ზედაპირზე ეცემა ატმოსფერულ ნალექს უწოდებენ. თუ ღრუბლები უშუალოდ დედამიწის ზედაპირს ეხება, მას ნისლი ეწოდება.

წყლის ორთქლის გადასვლას თხევად მდგომარეობაში კონდენსაციას ეწოდება, ხოლო, როცა წყლის ორთქლი გაზობრივი მდგომარეობიდან პირდაპირ გადადის ყინულის მდგომარეობაში სუბლიმაცია ეწოდება. ორივე პროცესს ადგილი აქვს როგორც ატმოსფეროში, ასევე დედამიწის ზედაპირზე, მცენარეებზე, სხვადასხვა საგნებზე.

კონდენსაციის პროცესის დაწყების წინაპირობას ჰაერის გაცივება წარმოადგენს, ხოლო მეორე მნიშვნელოვან პირობას ატმოსფეროში არსებული ისეთი მყარი ნაწილაკების არსებობა, რომლებიც მაღალი ჰიგროსკოპულობით ხასიათდებიან. ე.ი. რომლებზედაც წყლის ორთქლს შეუძლია შემოჭიდება (ბაქტერიები, სპორები, თხევადი ან გაზისებრი ნაწილაკები).

ნაწილაკებს, რომლებზედაც ხდება წყლის ორთქლის კონდენსაცია საკონდენსაციო ბირთვები ეწოდება. ატმოსფეროში წყლის ორთქლის კონდენსაციის შედეგად წარმოქმნილ ნისლს და ღრუბლებს ჰიდრომეტეორები ეწოდება. ჰიდრომეტეორები შეიძლება წარმოიქმნას ნიადაგის ზედაპირზე, სხვადასხვა საგნებზე – ნამი, თრთვილი, ჭირხლი, ლიპყინული.

შემადგენლობის მიხედვით არჩევენ 3 სახის ღრუბლებს:

1. **წვიმის**, რომელიც შედგება წყლის წვეთებისაგან. ამ სახის ღრუბლები ჩნდება ფენაში, რომელსაც 0°-ზე დაბალი ტემპერატურა აქვს. ცალკეულ შემთხვევებში, ღრუბლები შეიძლება წარმოიქმნას დადებითი ტემპერატურის პირობებშიც.

2. **ყინულოვანი**, რომელიც შედგება ყინულოვანი კრისტალებისაგან. ამ სახის ღრუბლები ჩნდება განსაკუთრებით დაბალი ტემპერატურის დროს.
3. **შერეული**, რომელიც შედგება როგორც წყლის, ისე ყინულოვანი კრისტალებისაგან. ამ სახის ღრუბლები ჩნდება ზომიერად დაბალი ტემპერატურის დროს.

ღრუბლების წარმოქმნის ძირითად მიზეზს ჰაერის ადიაბატური გაცივება წარმოადგენს, მისი აღმადინების დროს. თბილ პერიოდში წვიმის ღრუბლები ძირითადად წარმოიქმნება ტროპოსფეროს დაბალ ფენებში, ყინულოვანი ზედა ფენებში, ხოლო შერეული – შუა ფენებში. ზამთრის პერიოდში ყინულოვანი და შერეული ღრუბლები შეიძლება წარმოიქმნას მიწისპირა ჰაერის ფენაში.

ღრუბლების პირველი კლასიფიკაცია შემუშავდა XIX საუკუნეში. ღრუბლები ქვედა საზღვრების მიხედვით იყოფა ოთხ იარუსად.

ღრუბლების საერთაშორისო მორფოლოგიურ კლასიფიკაციაში გაერთიანებულია ღრუბლების 10 ძირითადი ფორმა:

I. ზედა იარუსის ღრუბლები (საშუალო სიმაღლე 6 კმ და მეტი)

1. ფრთა ღრუბლები – **Cirus (Ci)**;
2. ფრთაგროვა – **Cirrocumulus (Cc)**;
3. ფრთაფენა – **Cirrostratus (Cs)**;

II. საშუალო იარუსის ღრუბლები (საშუალო სიმაღლე 2-6 კმ)

4. მაღალგროვა – **Alto cumulus (Ac)**;
5. მაღალფენა – **Altostratus (As)**;

III. ქვედა იარუსის ღრუბლები (საშუალო სიმაღლე 2 კმ და ნაკლები)

6. ფენა – **Stratus (St)**;
7. ფენაგროვა – **Stratocumulus (Sc)**;
8. წვიმაფენა – **Nimbostratus (Ns)**;

IV. ვერტიკალური განვითარების ღრუბლები (საშუალო სიმაღლე 500-1500 მ)

9. გროვა – **Cumulus (Cu)**;
10. გროვაწვიმა – **Cumulonimbus (cb)**

ზედა იარუსის ღრუბლები შედგებიან ყინულოვანი კრისტალებისაგან, მათგან ნალექი არ წარმოიქმნება. ზედა იარუსის ყველა ღრუბელი თეთრი ფერისაა და დედამიწის ზედაპირზე ჩრდილს არ წარმოქმნის.

საშუალო იარუსის ღრუბლები წვეთოვანი ან შერეული ღრუბლებია, რომლებიც იძლევიან ნალექებს. ეს ღრუბლები ზედა იარუსის ღრუბლებისაგან განსხვავდება მეტი სიმკვრივით.

მათში ძნელად ატანს მზის სხივები, მორუხო შეფერილობა აქვს და სუსტ ჩრდილს იძლევიან. ქვედა იარუსის ღრუბლები მკვრივი, სხივგაუმტარი, მუქი შეფერილობისაა. ხშირ შემთხვევაში, ცის მთელ თაღს ფარავს და ტალღისებურ სახეს იღებს. ფენა ღრუბელი წლის თბილ პერიოდში თქორის სახით იძლევა წვიმას, ხოლო ფენა წვიმის ღრუბელი თბილ პერიოდში იძლევა წვიმას, ცივ პერიოდში თოვლს.

ვერტიკალური განვითარების ღრუბლები წარმოიქმნება ჰაერის მასების აღმასვლის დროს, განსაკუთრებით წლის თბილ პერიოდში. გროვწვიმის ღრუბელს თქემის, ელჭექის და ქარიშხლის ღრუბლებსაც უწოდებენ, ვითარდება ვერტიკალური მიმართულებით და განსაკუთრებით სახიფათოა სოფლის მეურნეობისათვის.

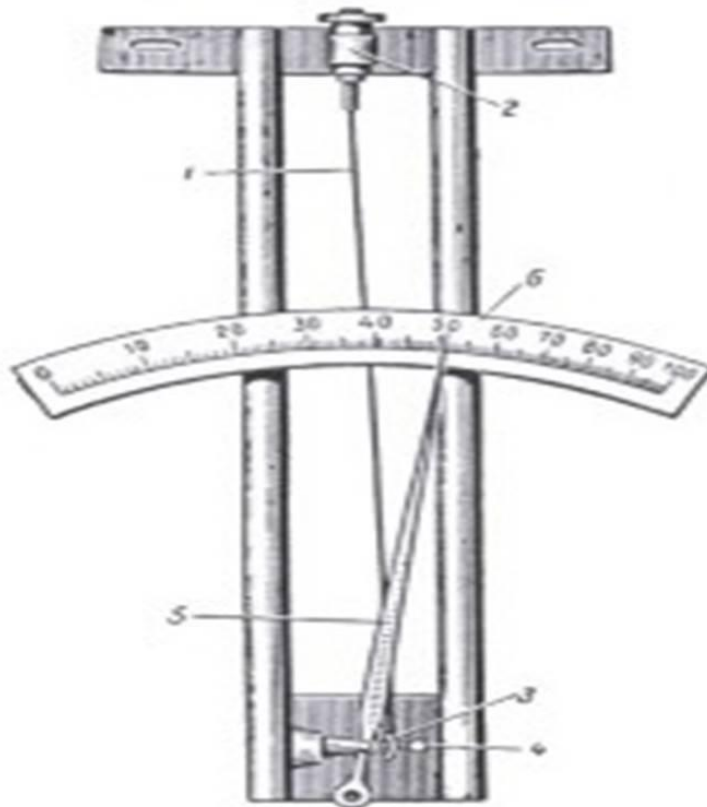
ღრუბლებზე დაკვირვების დროს განისაზღვრება მათი რაოდენობა, ფორმა და სიმაღლე. განსაზღვრა ხდება ათ ბალიანი სისტემით, ხოლო ფორმებისა და სახეების განსაზღვრის დროს გამოიყენება სპეციალური ღრუბლების ატლასი. მათი სიმაღლე გაიზომება თვალზომით (ვიზუალურად) ან ინსტრუმენტალურად სპეციალური შუქლოკატორების დახმარებით. დაკვირვება ღრუბლებზე ხდება დედამიწის ხელოვნური თანამგზავრებიდანაც.

მათგან სისტემატიურად გადმოიცემა დედამიწაზე ღრუბლების ფოტოსურათები, რომლებიც წარმოდგენას იძლევიან ღრუბლების რაოდენობაზე, სტრუქტურაზე, მოძრაობაზე და ა.შ

ჰაერის ტენიანობის გაზომვა

ჰაერის ტენიანობის გაზომვისათვის გამოიყენება თმის ჰიგრომეტრი და ჰელიოგრაფი.

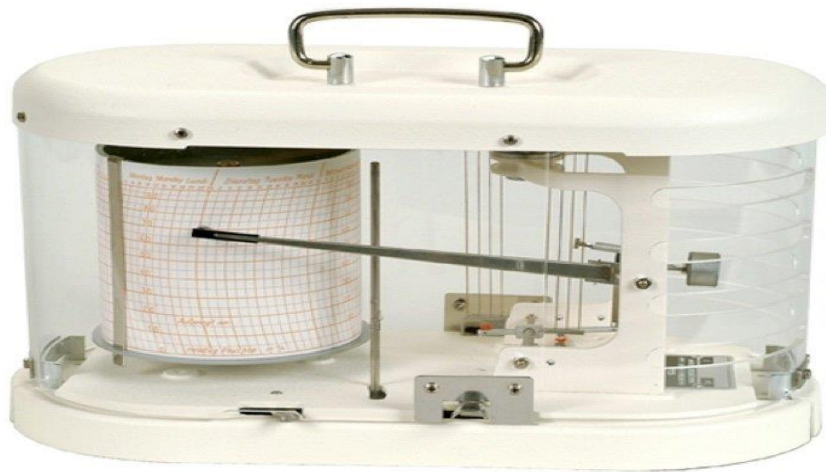
თმის ჰიგროგრაფი – გამოიყენება ჰაერის ფარდობითი ტენიანობის გასაზომად. ჰაერის ტემპერატურის 10° -ზე ქვევით დაწვევის შემთხვევაში, იგი წარმოადგენს ჰაერის ტენიანობის გაზომვის ძირითად ხელსაწყოს. ჰიგრომეტრის მიმღები ნაწილი ადამიანის ცხიმგაცლილი თმის ღერია, რომელიც გაჭიმულია ლითონის ჩარჩოზე, რომლის ერთი ბოლო დამაგრებულია ჩარჩოს ზედა ნაწილში მომწესრიგებელ ხრახნზე, ხოლო მეორე დაკავშირებულია ისართან. რკალი ჩამოცმულია ღეროზე, რომელზედაც დამაგრებულია ისარი. იგი მოძრაობს სკალაზე, რომლის დანაყოფია 0-დან 100%-მდე (ერთი დანაყოფი 1%-ის ტოლია).



თმის ჰიგროგრაფი

ტენიანობის შეცვლასთან ერთად თმის სიგრძეც იცვლება (როცა სველდება – გრძელდება, როცა შრება – მოკლდება). ტენიანობის სხვა მახასიათებლები გამოითვლება მშრალი და სველი თერმომეტრის ჩვენებით.

ჰიგროგრაფი – გამოიყენება ჰაერის ტენიანობის უწყვეტი რეგისტრაციისათვის. იგი თვითმწერი ხელსაწყოა, რომლის მიმღებ ნაწილს წარმოადგენს ადამიანის ცხიმგაცლილი თმის კონა (35-50 თმის ღერის რაოდენობით). მათი ორივე ბოლო დამაგრებულია ებონიტის მილზე კრონშტეინით. თმის კონას მექანიკური დაზიანებისაგან იცავს ლითონის ბადე.



ჰიგროგრაფი

ჰაერის ტენიანობის ცვლილებისას თმის კონის სიგრძე იცვლება და ბერკეტის მრუდე მხარე, ძირს დაშვებით ან მაღლა აწევით ცურავს მეორე მოხრილ მხარეზე, რომელზეც მიმაგრებულია ჩამწერი კალამი და აიძულებს მას გადაადგილდეს. გადაადგილებით კალამი ბაფთაზე ხაზავს ფარდობითი ტენიანობის შესაბამის მრუდს. ჰიგროგრაფი იდგმება ჯიხურში თერმოგრაფთან ერთად. იგი შედარებითი ხელსაწყოა, ამიტომ შესწორების შეტანისათვის ბაფთაზე კეთდება აღნიშვნები ყოველი დაკვირვების ვადაში. მისი დამუშავება წარმოებს გრაფიკის დახმარებით.

შემაჯამებელი კითხვები

1. ღრუბლების წარმოქმნის პირობები. ღრუბლების კლასიფიკაცია ფაზური მდგომარეობის მიხედვით. ღრუბლების საერთაშორისო კლასიფიკაცია.
2. ღრუბლების კლასიფიკაცია წარმოშობის მიხედვით (გენეტიკური). ღრუბლის წყლის შემცველობა.
3. მოლრუბლულობა, მისი დღეღამური და წლიური ცვალებადობა სხვადასხვა გრძედისა და გეოგრაფიული განაწილების მიხედვით;
4. ბურუსი, ნისლი, დაბინდვა. ნისლის ფორმირების პირობები, მათი ტიპები, სიხშირე და განაწილება. სმოგი.
5. ატმოსფეროს ტენიანობა, აბსოლუტური და შეფარდებითი ტენიანობა.
6. ატმოსფეროს ტენიანობის გაზომვა,

ატმოსფერული ნალექები

ნალექების წარმოქმნა დაკავშირებულია გარკვეულ სიმაღლეზე ყინულის კრისტალების და წყლის წვეთების 0.1-0.2 მმ-მდე დამსხვილებასთან. როდესაც ისინი სიმძიმის ძალის გავლენით შეძლებენ აღმავალი დინების ძალის დაძლევას (ტოვებენ შეწონილ მდგომარეობას), სწრაფად ეშვებიან დაბლა მყარი ან თხევადი ნალექების სახით. წვეთების და კრისტალების ზრდა მიმდინარეობს მათი შეერთების (კოაგულაციის) გზით. წვეთის მოძრაობის სიჩქარეს განსაზღვრავს მისი სიდიდე. მსხვილი წვეთი უფრო სწრაფად მოძრაობს დაღმავალი მიმართულებით, ვიდრე წვრილი.

უხვ ნალექებს განაპირობებს შერეული ღრუბლები ანუ კრისტალების და გადაციებული წყლის წვეთების არსებობა. სიმაღლეზე, უარყოფითი ტემპერატურის შემთხვევაში დედამიწის ზედაპირზე მოდის მყარი ნალექი, ხოლო ქვედა ფენებში დადებითი ტემპერატურის შემთხვევაში კრისტალები დნება და ნალექი წვიმის სახით გვევლინება.

ნალექები ძირითადად ორ ტიპად იყოფა:

I . ატმოსფერული ნალექები, რომლებიც წარმოიქმნება სხვადასხვა სიმაღლეზე და ღრუბლებიდან მოდის. მათ ვერტიკალურ ნალექებსაც უწოდებენ (წვიმა, თოვლი, ხორხოშელა, სეტყვა).

II. ტიპს მიეკუთვნება ნალექები, რომლებიც უშუალოდ დედამიწის ზედაპირზე წარმოიქმნება, მასზე არსებულ საგნებზე და მცენარეულ საფარზე, წყლის ორთქლის კონდენსაციის ან სუბლიმაციის შედეგად (ნამი, თრთვილი, ჭირხლი, ლიპყინული). აღნიშნულ ნალექებს ჰორიზონტალურ ნალექებს (მიწისპირა ჰიდრომეტეორები) უწოდებენ.

ატმოსფერულ ნალექებს ფაზების მიხედვით ყოფენ სამ სახედ – მყარი, თხიერი და შერეული.

გაბმული წვიმა – ძირითადად ატმოსფერულ ფრონტებთან დაკავშირებული წვიმა-ფენა ღრუბლებიდან გამოიყოფა. იგი ხანგრძლივი დროით და საშუალო ინტენსივობით

მოიცავს ძალზე დიდ ტერიტორიას. ზომიერ განედებში წლის განმავლობაში მოსული ნალექების უდიდესი ნაწილი გაბმული წვიმის სახისაა.

თავსხმა (კოკისპირული) – ნალექი უკავშირდება კონვექციური განვითარების წვიმაფენა ღრუბლებს. მისი ინტენსივობა დიდია, ხოლო ხანგრძლივობა ხანმოკლე. რაც ნიშნავს მოკლე პერიოდში ნალექების დიდი რაოდენობით გამოყოფას. მისი მოსვლა ცივი ფრონტის გავლასთან არის დაკავშირებული. ამ დროს მოსული წვიმის წვეთების დიამეტრი ცალკეულ შემთხვევაში 5-7 მმ აღწევს. იგი მოიცავს მცირე ტერიტორიას, ზოგჯერ შესაძლებელია თან ახლდეს ძლიერი ქარი. ტროპიკულ და ეკვატორულ ზონებში ძირითადად ასეთი სახის ნალექები მოდის.

ჟინჯლი (მცირე წვიმა, თქორი) – წვიმა წარმოიქმნება ფენა ღრუბლებიდან და გამოირჩევა მცირე ვერტიკალური სიმძლავრით, რაც წვიმის წვეთს დამსხვილების საშუალებას არ აძლევს (წვეთების დიამეტრი 0.5 მმ-ზე ნაკლებია) და დედამიწის ზედაპირზე თითქმის შეუმჩნეველია.

თოვლი – შედგება რთული სიმეტრიული ყინულის კრისტალებისაგან და ვარსკვლავის ფორმა აქვს. ნალექები შეიძლება მოვიდეს ფიფქის სახით, როცა ტემპერატურა 0°-ს უახლოვდება და მას თოვლს უწოდებენ. თოვლის ფიფქის ზომა 4-5 მმ-ს აღწევს. განასხვავებენ თოვლის მარცვლებს, ყინულოვან წვიმას (1-3 მმ დიამეტრით) და ყინულოვან ნემსებს (წვრილი, გამჭირვალე ყინულის კრისტალები).

ხორხოშელა – თეთრი ფერის, მრგვალი გაუმჭირვალე ყინულის ბურთების სახით გვევლინება. მათი დიამეტრი 2-5 მმ-ს აღწევს. იგი წარმოიქმნება დაბალ ტემპერატურაზე (შერეული ტიპის ღრუბლებში), სადაც მიმდინარეობს ფიფქებისა და გადაცივებული წყლის წვეთების შეხვედრა. ძირითადად მოდის გვიან შემოდგომასა და ადრე გაზაფხულზე, როდესაც ტემპერატურა 0°-ის ახლოსაა.

სეტყვა – წარმოიქმნება წყლის ორთქლის კონდენსაციის შედეგად, ელქექის ხასიათის ღრუბლებიდან. მისი ზომა აღწევს 5-8 მმ-ს, ხოლო მარცვლის წონა 200-300 გრამს და მეტს (ყოფილა შემთხვევები, მარცვლის წონას შეუდგენია 1 კგ, განსაკუთრებულ შემთხვევებში 4 კგ და მეტი). იგი გაუმჭირვალე ყინულის ბირთვია, ზოგჯერ გარშემო

აკრავს გამჭირვალე შრე და მოიცავს რამდენიმე კმ-მდე ტერიტორიას, გრძელდება 10-20 წთ-ის და მეტი დროის განმავლობაში (საშუალო ხანგრძლივობა 5 წუთს შეადგენს).

საქართველოს პირობებში სეტყვიან დღეთა რიცხვი მატულობს 2000-2300მ სიმაღლემდე. იგი ნაკლებად გვევლინება ვაკე ადგილებზე, მეტად იშვიათია პოლარულ მხარეებში.

ნამი – წარმოიქმნება ნიადაგისა და მცენარეული საფარის ზედაპირზე წყლის წვრილი წვეთების სახით, ჰაერის ტემპერატურის 0°-ზე ზევით. იგი წყლის ორთქლის კონდენსაციის შედეგია. მის გაჩენას ხელს უწყობს მიწისპირა ჰაერის ფენაში წყლის ორთქლის მარაგი, მოწმენდილი ცა და სუსტი ქარი. ღამით, მოწმენდილ ამინდში დედამიწის ზედაპირი, მასზე მდებარე საგნები და მცენარეულობა ცივდება ეფექტური, გრძელტალღიანი გამოსხივების შედეგად. ასეთ ზედაპირზე ჰაერის შეხებისას ტემპერატურა ნამის წერტილამდე ეცემა და კონდენსაციის პროცესი უშუალოდ ზედაპირზე მიმდინარეობს.

მოღრუბლულ, ძლიერ ქარიან ამინდში ნამი არ წარმოიქმნება. იგი დიდი რაოდენობით წარმოიქმნება ოკეანეებისა და ზღვების სანაპიროებზე, კუნძულებზე. ნამის წარმოქმნაზე გავლენას ახდენს რელიეფი. იგი ხეობებსა და დაბლობებში უფრო მეტად აღინიშნება, ვიდრე ფერდობებზე. ნამის წარმოქმნაში მონაწილეობს მცენარეული საფარი. მას განსაკუთრებული მნიშვნელობა აქვს გვალვიან რაიონებში, სადაც თბილ პერიოდში შეიძლება მოგვცეს 10-30 მმ ნალექი ანუ 100-300 ტ წყალი 1 ჰა-ზე. მცენარეებისათვის ნამი ტენის რესურს წარმოადგენს და მნიშვნელოვან მეტეოროლოგიურ ფაქტორად ითვლება. მის ინტენსივობას და რაოდენობას საზღვრავენ როსოგრაფის საშუალებით.

თრთვილი – წარმოიქმნება მოწმენდილ, წყნარ ამინდში, ნამის წარმოქმნის ანალოგიურად, მხოლოდ იმ შემთხვევაში, როცა ჰაერის ტემპერატურა 0°-ზე დაბლა დაიწევს. მისი წარმოქმნა წყლის ორთქლის სუბლიმაციის შედეგია. იგი თეთრი ფერის ყინულის კრისტალებია, რომლითაც იფარება დედამიწის ზედაპირი და სხვადასხვა საგნები.

ჭირხლი –თეთრი ფერის, ფხვიერი ყინულის კრისტალებია, რომელიც წარმოიქმნება ღრუბლიან, ქარიან ამინდში ხის ტოტებზე, ბალახებზე, მავთულებზე და ა.შ. იგი ორგვარია–კრისტალური და მარცვლოვანი. ჭირხლი ჩნდება ჰაერში არსებული ყინულის წვრილი კრისტალების საგნებზე მოყინვის შედეგად.

ლიპყინული – ყინულის შრეა, რომელსაც გლუვი, გამჭვირვალე ან მღვრიე შეფერილობა აქვს. ყინვის დროს იგი ფარავს საგნებს, ჟინჟღლის ან წვიმის გადაცივებული წვეთების შეყინვის შედეგად. ინტენსიური და ხანგრძლივი ლიპყინულის დროს საგნები შეიძლება დაიფაროს 2-3 სმ სისქის ფენის ყინულით. მცირე სიმკვრივისას იგი მღვრიე რმისფერია, ხოლო დიდი სიმკვრივის დროს გამჭირვალეა. მის წარმოქმნას ძირითადად ადგილი აქვს სუსტი ყინვების დროს (0° -დან -3° -მდე). ცალკეულ შემთხვევებში, შესაძლებელია უფრო დაბალი ტემპერატურის პირობებშიც წარმოიქმნას. დიდი სისქის ყინულის ფენის წარმოქმნის შემთხვევაში იგი საშიშროებას უქმნის მცენარეებს, ელექტროდენის გადამცემ მავთულებს და ა.შ.

ნისლი – ჰაერის მიწისპირა ფენებში წყლის ორთქლის კონდენსაციისა და სუბლიმაციის პროდუქტია. იგი შედგენილობის მიხედვით სამი სახისაა: წვეთოვანი, კრისტალური და შერეული. ნისლის წვეთების დიამეტრი მცირეა (2-5 მკმ) და ხშირად ჩნდება იმ გაუყინავი ზღვის სანაპიროებზე. ნისლის წარმოქმნის ძირითადი მიზეზი ჰაერის თბილი მასის შედარებით დაბალი ტემპერატურის მქონე საგნების ზედაპირზე შეხებაა. ნისლი ხილვადობას ამცირებს.

ნისლის ძირითადი ტიპებია:

რადიაციული - წარმოიქმნება მოწმენდილ, წყნარ ამინდში ეფექტური გამოსხივების, დედამიწის ზედაპირისა და მისი საფარის გადაცივების დროს. იგი უმეტესად გაზაფხულსა და შემოდგომაზე წარმოიქმნება. ღრუბლიან ამინდში ის არ წარმოიქმნება.

ადვექციური ნისლი - წარმოიქმნება თბილი ჰაერის მასების გადაადგილებისას ცივი საგნების ზედაპირთან შეხებისას. ადვექციური ნისლი შედარებით სქელია და მის ხელოვნურად გაფანტვას ძირითადად დიდ აეროდრომებზე ახდენენ. წლის ცივ პერიოდში ხმელეთზე აღინიშნება, თბილ პერიოდში კი ზღვებსა და ოკეანეებზე. იგი უარყოფითად მოქმედებს მცენარეებზე, ტემპერატურის მკვეთრი შემცირების გამო.

ჯანდი – ნისლისაგან თითქმის არ განსხვავდება. იგი აღწევს 1 კმ-მდე სიმაღლეს. ჯანდი მოსალოდნელია ზამთარში და შემოდგომაზე, ღამის და დილის საათებში. მზის ამოსვლისთანავე იგი სწრაფად იფანტება. ჯანდი ძირითადად ჩრდილოეთის ქვეყნებისათვის არის ხშირი მოვლენა. იგი ხილვადობას ამცირებს 1-დან 10 კმ-მდე.

ნალექების დღეღამური მსვლელობა განისაზღვრება ღრუბლების ხასიათით. იგი რთული პროცესია და ძირითადად დამოკიდებულია რელიეფზე, გეოგრაფიულ განედზე, მცენარეულ საფარზე და სხვა. გამოყოფენ ნალექების დღეღამური მსვლელობის ორ ტიპს: კონტინენტურს და ზღვიურს.

კონტინენტური ტიპისათვის დამახასიათებელია ნალექების ორი მაქსიმუმი და ორი მინიმუმი. მთავარი მაქსიმუმი დღის მეორე ნახევარშია, როდესაც გაძლიერებულია კონვექციური პროცესები, ხოლო მეორადი მაქსიმუმი დღის საათებში. იგი უკავშირდება რადიაციული გადაცივებით წარმოქმნილ ფენა ღრუბლების განვითარებას. მთავარი მინიმუმი ღამითაა, ხოლო მეორადი შუადღემდე. ზღვიური ტიპის კლიმატისათვის ნალექების მაქსიმუმი დამახასიათებელია ღამით, ხოლო მინიმუმი დღისით. ნალექების მოსვლა ძირითადად აღინიშნება საღამოს და ღამით. რაც აიხსნება იმ გარემოებით, რომ ნაშუადღევს წარმოიქმნება ძლიერი აღმავალი ჰაერის თბილი მასები, ხოლო საღამოს ტემპერატურა იწყებს დაწევას და წყლის ორთქლის კონდენსაცია დიდი ინტენსივობით მიმდინარეობს.

ნალექების წლიური მსვლელობის თავისებურება დამოკიდებულია ადგილის კლიმატურ პირობებზე. ამ შემთხვევაში გამოყოფენ ოთხ ძირითად ტიპს: ეკვატორულს, ტროპიკულს, სუბტროპიკულს და ზომიერი განედის ტიპს.

ეკვატორული ტიპი – ნალექების ორი მაქსიმუმით და ორი მინიმუმით. მაქსიმუმები აღინიშნება გაზაფხულისა და შემოდგომის ბუნიობის შემდეგ, ხოლო მინიმუმები ზაფხულისა და ზამთრის ბუნიობის შემდეგ. წლიური ნალექების რაოდენობა საშუალოდ 2000 მმ-მდეა.

ტროპიკული ტიპი – ამ სარტყელში, როგორც ჩრდილოეთში, ისე სამხრეთ ნახევარსფეროებში ადგილი აქვს წვიმების ერთ პერიოდს. ზაფხულში იგი გრძელდება ოთხი თვის განმავლობაში. დანარჩენ თვეებში ნალექები თითქმის არ მოდის, ე.ი.

მშრალი პერიოდი რვა თვე გრძელდება. ნალექების ასეთ განაწილებას განაპირობებს ზაფხულის თვეებში ეკვატორული ზონიდან შემოსული ტენიანი ჰაერი. დანარჩენ თვეებში გაბატონებულია მშრალი, ტროპიკული ჰაერი.

სუბტროპიკული ტიპი – ამ სარტყელში ნალექების მაქსიმუმი მოდის ზამთარში, ხოლო მინიმუმი ზაფხულში. ნალექების მეტი წილი გაზაფხულზე მოდის, ზაფხული უფრო მშრალია ვიდრე ზამთარი. ნალექების სიმცირეს განაპირობებს გაბატონებულ სუბტროპიკულ ანტიციკლონებში ჰაერის დაღმავალი დინებები, რაც აფერხებს ნალექების წარმოქმნას. სუბტროპიკული სარტყელი მოიცავს უდაბნოებსა და ნახევარუდაბნოებს, სადაც ნალექები (საჰარა) წლის განმავლობაში იშვიათობას წარმოადგენს.

ზომიერი ტიპი – ზომიერ განედებში, კონტინენტებზე ნალექების მაქსიმუმი ძირითადად აღინიშნება ზაფხულში, მინიმუმი ზამთარში. აქ ღრმად კონტინენტზე წლის განმავლობაში მოდის 300-500 მმ ნალექი, ხოლო ოკეანეებზე 800-1000 მმ. ნალექების რაოდენობაზე გარკვეულ გავლენას ახდენს მთის ფერდობების ექსპოზიცია გაბატონებული დინებების მიმართ. ასეთ შემთხვევაში, მთის ერთ ფერდობზე შეიძლება უფრო მეტი ნალექი მოვიდეს, ვიდრე მეორე ფერდობზე.

მეტეოროლოგიაში ნალექების რაოდენობის გამოსახატავად გამოიყენება ნალექის სისქის ფენის მაჩვენებელი (მმ), რომელიც ნალექების მოსვლის დროს ნიადაგის ზედაპირზე წარმოიქმნება. 1 მმ ნალექის მოსვლა შეეფარდება 1 მ²-ზე 1 ლ წყალს. ე.ი. 1 ჰა-ზე იგი შეადგენს 10000 ლ ანუ 10 ტონა წყალს.

ნალექების ხელოვნურად გაზრდა – ღრუბლებზე აქტიური ზემოქმედებით ნალექების ხელოვნურად გაზრდა დამატებითი წყლის რესურსების მიღების საშუალებაა. აღნიშნული პროცესის ხელოვნურ რეგულირებას მაღალი ეკონომიკური ეფექტი ახასიათებს. მცენარეებისათვის განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია ნალექების ხელოვნურად გაზრდა ნაკლებად ტენიან რეგიონებში. ამ გზით გაზრდილი ნალექები მცენარეებისათვის დამატებითი ტენის რესურსია.

ღრუბლებზე აქტიური ზემოქმედების მიზანს ნალექების ხელოვნურად გაზრდა წარმოადგენს. სხვადასხვა ქვეყნებში (მათ შორის საქართველოში) ჩატარდა ექსპერიმენტები, კერძოდ ფენა და გროვა-წვიმის ღრუბლებზე. ღრუბლებში შეტანილი იქნა სხვადასხვა ქიმიური ნივთიერებები (რეაგენტები). უარყოფითი ტემპერატურის პირობებში, გადაცივებულ ღრუბლებზე (ნისლზე) ზემოქმედება ხდება მყარი ნახშირმჟავას და იმ ნივთიერებების გამოყენებით, რომელთა კრისტალების სტრუქტურა ყინულის კრისტალთა სტრუქტურის იზომორფულია (მსგავსია). ასეთებია – იოდირანი ვერცხლის ნივთიერება (AgI) და იოდირანიტყვია (PbI).

დადებითი ტემპერატურის პირობებში თბილ ღრუბლებზე (ნისლზე) ზემოქმედება ხდება ჰიგროსკოპიული ნივთიერებების ან წყლის მსხვილი წვეთების ღრუბლებში შეტანით. აღნიშნული პროცესი აჩქარებს ღრუბლებისა და ნისლის წვეთების ზრდას, რაც განაპირობებს ნალექების გამოყოფას. ჰაერში ნალექების გაჩენა ჰიგროსკოპიული ნაწილაკებით ხდება მაშინ, როცა ფარდობითი ტენიანობა 100 %-ზე ნაკლები არ არის.

იმ შემთხვევაში, როცა ღრუბლები წვრილ წვეთებს დიდი რაოდენობით შეიცავს, ნალექების წარმომქმნელი პროცესების განვითარება შეფერხებულია. ამიტომ, ბუნებრივ პირობებში ყველა ღრუბლიდან ნალექების გამოყოფა არ ხდება. ღრუბლებში დამატებითი ნაწილაკების შეტანა იწვევს კრისტალური ფაზის ზრდას, რაც ღრუბლების კოლოიდური მდგომარეობის დარღვევისა და მასში ნალექთა ელემენტების წარმოქმნის საფუძველი ხდება, საიდანაც უნდა გამოიყოს ნალექების გარკვეული რაოდენობა.

მშრალი ყინულის ღრუბლებში შეტანის შედეგად ტემპერატურა დაბლა იწევს. ძლიერი გადაცივების შემდეგ წყლის ორთქლი გადაჯერდება და წარმოიქმნება ყინულის კრისტალები, რომლებზეც მოხდება გადაცივებული წყლის წვეთების შეყინვა და დამსხვილება. მათი ნალექის სახით გამოყოფის შემდეგ ადგილი აქვს ღრუბლების დაშლის პროცესს. ღრუბლებში იოდოვანი ვერცხლის შეტანა საკმაოდ ეფექტურია -6° ტემპერატურის პირობებში. აღნიშნული ნივთიერების გარდა, ღრუბლებში ხდება ეფექტური რეაგენტების შეტანა, სადაც მნიშვნელოვანია რეაგენტის ოპტიმალური დოზის დაცვა.

ამჟამად, ნალექების ხელოვნურად ზრდა საშუალოდ 10-15%-ს შეადგენს. რეაგენტების ღრუბლებში (ნისლში) შეტანა ხდება დედამიწის ზედაპირიდან (აეროზოლი გენერატორები, რაკეტები და სხვა), თვითმფრინავების გამოყენებით და სხვა საშუალებებით. აღნიშნული სამუშაოები წარმატებით მიმდინარეობს აშშ-ში, ისრაელში, ავსტრალიაში, მექსიკაში და სხვა ქვეყნებში. მიღებული შედეგების მიუხედავად, ზოგიერთი საკითხი მოითხოვს შემდგომ კვლევებს. მხედველობაშია მისაღები გარკვეული გარემოებები. კერძოდ, მოცემულ ტერიტორიაზე ნალექების ხელოვნური გაზრდა, ხომ არ გამოიწვევს მეზობელ რეგიონებში ნალექების შემცირებას და ა.შ.

შემაჯამებელი კითხვები

1. ატმოსფერული ნალექები, მათი წარმოქმნის პირობები. ნალექების კლასიფიკაცია.
2. ატმოსფერული ვერტიკალური ნალექები.
3. ატმოსფერული ჰორიზონტალური ნალექები.
4. ნალექების ყოველდღიური ცვალებადობა სხვადასხვა განედებზე. ნალექების გეოგრაფიული განაწილება.

ნალექების გაზომვა

მოსული ნალექების რაოდენობა განისაზღვრება წყლის იმ ფენის სიმაღლით (მმ), რომელიც წარმოიქმნება ჰორიზონტალურ ზედაპირზე მოსული წვიმის ან თოვლის სახით. დაკვირვება ხდება ვიზუალურად და ხელსაწყოების საშუალებით. ვიზუალური დაკვირვებით განისაზღვრება ნალექების სახეობა, მათი ინტენსივობა, დაწყების და დამთავრების დრო. ნალექების რაოდენობის განსაზღვრისათვის გამოიყენება ნალექმზომი და წვიმსაზომები, ხოლო მათი მოსვლის დინამიკისა და ინტენსივობის განსაზღვრისათვის გამოიყენება პლუვიოგრაფი.

ტრეტიაკოვის ნალექმზომი. ხელსაწყო გამოიყენება ნალექების რაოდენობის განსაზღვრისათვის, რომელიც მოდის თხევადი ან მყარი ნაწილაკების სახით. იგი შედგება: ორი ცილინდრის ფორმის ჭურჭლისაგან, სახურავის, ქარდამცველი ფირფიტის და გამზომი ჭიქისაგან. ცილინდრული ფორმის ჭურჭლის სიმაღლე 40 სმ-ია, ხოლო მიმღები ნაწილის ფართობი 200 სმ².



ნალექმზომი

ჭურჭელს ორ ნაწილად ყოფს დიაგრამა. გარეთა მხრიდან მიმაგრებული აქვს სითხის გადმოსადგრელი მილი, რომელიც იხურება ხუფით. ჭურჭელში მოხვედრილი სითხე გადმოიღვრება საზომ ჭიქაში. ნალექმზომი დადგმულია სადგარზე, რომელიც

ისე მაგრდება ნიადაგში, რომ ცილინდრული ჭურჭლის მიმღები ნაწილი ნიადაგის ზედაპირიდან 2 მ სიმაღლეზეა. სადგარის გვერდზე მაგრდება კიბე.

დავითაიას წვიმსაზომი. იგი გამოიყენება ექსპედიციებში თხევადი ნალექების გასაზომად. განსაკუთრებით მოსახერხებელია უშუალოდ მცენარეთა შორის ნალექების გაზომვისათვის. წვიმსაზომი წარმოადგენს ცილინდრული ფორმის, დანაყოფებიან მინის ჭიქას, რომელიც გაფართოებულია ზედა ნაწილში.



წვიმსაზომი

ჭიქიდან აორთქლების შესამცირებლად მასში იდგმება მინის ძაბრი. ანათვალეები კეთდება დანაყოფების მიხედვით, რომელიც აღნიშნულია ჭიქის კედელზე (მმ). ჭიქა მაგრდება ხის ან ლითონის სადგამზე, შესაძლებელია დაიდგას უშუალოდ ნიადაგზე, როცა ხდება ნალექების რიგთაშორისებში გაზომვა.

პლუვიოგრაფი. იგი გამოიყენება თხევადი ნალექების რაოდენობისა და ინტენსივობის უწყვეტი რეგისტრაციისათვის. პლუვიოგრაფი შედგება ცილინდრული ფორმის ჭურჭლისაგან. მიმღები ჭურჭელი მიერთებულია ცილინდრული რკინის კორპუსთან. მოსული ნალექი მიმღები ჭურჭლით ხვდება ტივტივას კამერაში, სადაც მოთავსებულია ლითონის ტივტივა ღერძით და ისრით, რომელიც ბოლოვდება ჩამწერი კალმით.

კამერასთან ახლოს დამაგრებულია დოლი, საათის მექანიზმით. დოლზე მაგრდება მუყაოს ბაფთა, მასზე ჰორიზონტალური ხაზები შეესაბამება ნალექების რაოდენობას, ვერტიკალური – დროს.



ხელსაწყოს კორპუსის ქვედა ნაწილში მოთავსებულია საკონტროლო ჭურჭელი, რომელშიც ჩამოედინება ნალექი ტივტივას კამერიდან. კალამი ბაფთაზე იწყებს ჩაწერას მას შემდეგ, რაც ნალექების მოსვლის დროს წყალი მიმღები ჭურჭლიდან გადაიღვრება ტივტივას კამერაში. როდესაც ნალექები შეავსებს კამერას, წყალი ავტომატურად გადმოიღვრება საკონტროლო ჭურჭელში. ამ დროს კალამი ბაფთაზე ხაზავს ვერტიკალურ ხაზს. თუ ნალექები შეწყდება, კალამი ბაფთაზე ავლებს მხოლოდ ჰორიზონტალურ ხაზს.

თოვლის საფარზე დაკვირვება წარმოებს წინასწარ შერჩეულ ერთ ან ორ ღია და დაცულ ნაკვეთზე ან ერთერთ მათგანზე (ნაკვეთი სწორი, ვაკე უნდა იყოს). თოვლის საფარის სიმაღლის საზომად იყენებენ მუდმივ თოვლსაზომ ლარტყას, რომელიც დამზადებულია ხისგან. მას აქვს დანაყოფებიანი სკალა (სმ). თოვლის საბურველის მარშრუტული აგეგმვის დროს გამოიყენება ე.წ. გადასატანი (საველე) ლარტყა. თოვლის წყლის მარაგის განსაზღვრისათვის (წყლის ფენის სიმაღლე, მმ) თოვლის საფარის სიმაღლის გარდა, საჭიროა განისაზღვროს მისი სიმკვრივეც. რომელიც წარმოადგენს

გამდნარი თოვლის მოცულობის შეფარდებას იმ მოცულობასთან, რომელიც ახასიათებდა თოვლს დნობის დაწყებამდე. თოვლის სიმკვრივე ყოველთვის ერთზე ნაკლებია. მისი განსაზღვრა ხდება თოვლსაზომით, რომელიც შედგება ლითონის ცილინდრის, სასწორის და ნიჩბისაგან (ცილინდრის სიმაღლე 60 სმ-ია, განიკვეთის ფართობი 50 სმ²). მას გარეთა მხრიდან აქვს დანაყოფები (სმ), რომელიც აღნიშნავს თოვლის სინჯის სიმაღლეს (თითო დანაყოფი 5 გრ ტოლია).

თოვლის სიმკვრივეს ზომავენ მაშინ, როცა მისი სიმაღლე 5 სმ-ს აღემატება. გაზომვისათვის ცილინდრს ჩაუშვებენ თოვლში და როდესაც იგი ნიადაგის ზედაპირს მიაღწევს ამოიღებენ. ამოღების შემდეგ ქვევიდან შეუდგამენ აქანდახს, გაზომავენ თოვლის სიმაღლეს და წონიან (თუ თოვლის საფარის სიმაღლე 60 სმ-ზე მეტია, ასეთ შემთხვევაში რამდენიმე სინჯს აკეთებენ). რადგან სასწორის თითო დანაყოფი 5 გრ-ის ტოლია, თოვლის სინჯის წონა ყოველთვის ტოლი იქნება სასწორზე ათვლილი დანაყოფთა რიცხვი გამრავლებული 5-ზე.

წყინვას უწოდებენ წლის თბილ პერიოდში ჰაერის ტემპერატურის სწრაფ დაცემას 0°-მდე და უფრო დაბლა. აღნიშნული მოვლენა საყურადღებოა გაზაფხულისა და შემოდგომის თბილი ამინდის პირობებში, როცა ამინდის სწრაფ ცვალებადობას აქვს ადგილი. მცენარეებისათვის განსაკუთრებით საზიანოა გაზაფხულის წყინვა, რადგან ვეგეტაციის დასაწყისში მცენარეები დაბალი ტემპერატურებისადმი ძლიერ მგრძნობიარეა, ამიტომ იგი შეიძლება არამარტო დაზიანდეს, არამედ დაიღუპოს კიდევ. წყინვები დაკავშირებულია როგორც ტემპერატურის დღედამურ მსვლელობასთან, ისე მის არაპერიოდულ ცვლილებასთან. ამ შემთხვევაში, მინიმალური ტემპერატურა დღელამის ზოგიერთ მონაკვეთში შეიძლება 0°-მდე და უფრო დაბლა დაეცეს, მაშინ როცა საშუალო დღედამური ტემპერატურა 0°C-ზე მაღალია.

მნიშვნელოვანია, რომ მეტეოროლოგიურ ჯიხურში 2 მ სიმაღლეზე ჰაერის ტემპერატურა შეიძლება დადებითი იყოს, ხოლო მიწისპირა ფენაში უარყოფითი. ამ ორ სიმაღლეს შორის ტემპერატურათა სხვაობამ შეიძლება 5-6°-ს მიაღწიოს.

წარმომქმნელი პროცესებისა და ამინდის პირობების მიხედვით არჩევენ წყინვების სამ ტიპს: რადიაციული, ადვექციური და რადიაციულ-ადვექციური.

1. **რადიაციული წყინვები** - წარმოიქმნება წყნარ მოწმენდილ ამინდში, ძირითადად დილის საათებში, ტემპერატურის ნორმალური დღეღამური მსვლელობის დროს. იგი განპირობებულია ნიადაგის მოქმედი ზედაპირის გადაციებით (გამოსხივებით). მისი სიმძლიერესა და ინტენსიობას განსაზღვრავს რელიეფის ფორმა, ნიადაგის ზედაპირის მდგომარეობა, ნიადაგისა და ჰაერის ტენიანობა და სხვა ადგილობრივ პირობები.

რადიაციული წყინვებისას ადგილი აქვს ტემპერატურის ინვერსიას, რომლის დროს მეტეოროლოგიურ ჯიხურში ჰაერის ტემპერატურა შეიძლება 2-3°-ით მეტი აღმოჩნდეს ნიადაგის მიწისპირა ჰაერთან შედარებით. მაქსიმალურ ინტენსივობას ამ ტიპის წყინვები აღწევს მზის ამოსვლისას და იწყება ღამით. წყნარი და მოწმენდილი ამინდის შემთხვევაში წყინვების ხანგრძლივობა იზრდება და მოსალოდნელი ხდება ყოველდღიურად. აღნიშნულს მნიშვნელოვნად უშლის ხელს ქარის მოქმედება, რადგან ამ შემთხვევაში ხდება ჰაერის მასების ინტენსიური, ვერტიკალური და ჰორიზონტალური შერევა.

რადიაციული წყინვების წარმოქმნა ხშირია ქვაბულებში, ხეობებში და დაბლობებში, სადაც მთის ფერდობებიდან დაშვებული ცივი ჰაერი გროვდება და განიცდის დამატებით გადაცივებას.

2. **ადვექციური წყინვები** - წარმოიქმნება ცივი ჰაერის მასების შემოჭრისას (ცივი ადვექცია) და გრძელდება რამოდენიმე დღის განმავლობაში. ამ დროს ჰაერის ტემპერატურა 0°-ზე დაბლა ჩამოდის და შეიძლება მოიცავდეს დიდ ტერიტორიას.

განსაკუთრებით საშიშია გარდამავალ სეზონებში, ჩრდილოეთიდან არქტიკული ჰაერის მასების ადვექცია. ადვექციური წყინვები რადიაციული წყინვებისაგან განსხვავებით ნაკლებადაა დამოკიდებული ადგილობრივ პირობებზე.

3. **ადვექციურ-რადიაციული წყინვები** - ხშირი მოვლენაა და წარმოიქმნება მოცემულ ადგილზე ცივი ჰაერის შემოჭრისა და შემდგომში რადიაციული გადაცივების შედეგად. საქართველოს ტერიტორიაზე წყინვების ეს ტიპია გაბატონებული და განსაკუთრებულ საშიშროებას წარმოადგენს მცენარეებისათვის. ის წარმოიქმნება გვიან გაზაფხულსა და ადრე შემოდგომაზე ხანგრძლივი დათბობის შემდეგ.

ადვექციურ-რადიაციული წაყინვების დროს ღამით ინტენსიურად იწყება გამოსხივება, ხოლო დღისით აღნიშნება ნიადაგის ზედაპირის გაცივება და სითბოს მარაგის შემცირება მის სიღრმეებში. ასეთ შემთხვევაში ადვექციისა და რადიაციის პროცესები ერთმანეთს ავსებენ. ქარისაგან დაუცველი ღია ადგილებისათვის ზემოაღნიშნული წაყინვები საშიშია, რადგან ყინვებმა შეიძლება -2 , -4° (მეტსაც) მიაღწიოს და ორი-სამი დღის განმავლობაში გაგრძელდეს.

საქართველოს პირობებში წაყინვები იწყება მაშინ, როცა შემოჭრილი ცივი ჰაერის მინიმალური ტემპერატურა უარყოფითია. რაც უფრო დაბალია აღნიშნული ტემპერატურა, მით მეტია წაყინვების წარმოქმნის ალბათობა. წაყინვების ინტენსივობაზე მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს ნიადაგის სითბოტევადობა და სითბოგამტარობა. წაყინვები უფრო ძლიერია რაც ნაკლებია აღნიშნული მახასიათებლები.

ნიადაგში ტენის რაოდენობის მატებისას შესაბამისად მატულობს სითბოტევადობა და სითბოგამტარობა. აღნიშნული პროცესი იწვევს ღამის პერიოდში სითბოს მოდენას სიღრმიდან ზედაპირისაკენ. აქედან გამომდინარე, წაყინვების ალბათობა ტენიან ნიადაგზე ნაკლებია მშრალ ნიადაგთან შედარებით.

შემაჯამებელი კითხვები

1. ტრეტიაკოვის ნალექმზომი
2. ნალექმზომი ხელსაწყოები.
3. წაყინვა და მისი სახეები.
4. თოვლის საფარი. თოვლის საფარის მახასიათებლები: სისქე, სიმკვრივე, წყლის მარაგი, ხანგრძლივობა. განაწილება დედამიწაზე.

ამინდი, ამინდის პროგნოზი

ამინდი წარმოადგენს ჰაერის მასებისა და მასში მიმდინარე ფიზიკური პროცესების მდგომარეობას და ცვლილებას ანუ იგი არის მეტეოროლოგიური ელემენტების წნევის, ტენიანობის, ტემპერატურის, ქარისა და სხვა მეტეოროლოგიური ელემენტების მაჩვენებლების ცოდნა, მოცემულ ადგილზე დროის მოცემულ პერიოდში. იგი გარემოზე მუდმივმოქმედი ფაქტორია და მთელ რიგ შემთვევებში შესაძლებელია არახელსაყრელი აღმოჩნდეს როგორც მცენარეებისათვის, ისე სხვა ცოცხალი ორგანიზმებისათვის. მათ საშიშ მეტეოროლოგიურ მოვლენებს უწოდებენ. თბილ პერიოდში ასეთ მოვლენად მიიჩნევა: გვალვები, წაყინვები, მშრალი ქარები, სეტყვა, თავსხმა (თქეში) წვიმები, ხოლო წლის ცივ პერიოდში ძლიერი ყინვები, ლიპყინული, ძლიერი ქარები და სხვა.

მოსალოდნელი ატმოსფერული მოვლენის წინასწარ ცოდნა საშუალებას იძლევა ყოველგვარი ზომები იქნას მიღებული ამინდის უარყოფითი გავლენის თავიდან ასაცილებლად. აქედან გამომდინარე, დიდი პრაქტიკული მნიშვნელობა აქვს ამინდის მეცნიერულ პროგნოზს. ამინდის პროგნოზი შეიძლება იყოს მოკლევადიანი 1-3 დღის და გრძელვადიანი – კვირის, 1 თვის.

ამინდის პროგნოზირებისათვის ადგენენ სინოპტიკურ რუკას. მასზე, პირობითი ნიშნებით დაიტანება მეტეოროლოგიური სადგურების ერთდროული და დინამიკური (ყოველი 3 საათის შემდეგ) დაკვირვების შედეგები – ჰაერის მასების მოძრაობის მიმართულების, ციკლონების განვითარების, ფრონტთა გადანაცვლებისა და მასთან დაკავშირებული ნალექების ზონის მდგომარეობის შესახებ.

სინოპტიკური რუკის ანალიზი, საშუალებას იძლევა წინასწარ განვსაზღვროთ ამინდის მოსალოდნელი ცვლილებები. სინოპტიკური რუკის მიხედვით ამინდის წინასწარმეტყველების მეთოდს, სინოპტიკური მეთოდი ეწოდება. სინოპტიკური ინფორმაცია გამდიდრებულია აეროლოგიური დაკვირვებების მონაცემებით ანუ მონაცემებით, რომელიც უშუალოდ თავისუფალი ატმოსფეროდან მიიღება. სინოპტიკური რუკები შესაძლებელია შედგეს როგორც დიდი (კონტინენტები), ისე

მცირე ტერიტორიებისათვის (ადმინისტრაციული რაიონი). იგი შეიძლება იყოს როგორც მოკლე (მოკლევადიანი), ისე ხანგრძლივი პერიოდისათვის (გრძელვადიანი). მოსალოდნელი ამინდის პროგნოზისათვის გამოიყენება ჰიდროდინამიური ანუ რიცხვითი მეთოდი. რიცხვითი პროგნოზის განტოლებების გადაწყვეტაში გამოიყენება თითქმის ყველა მეტეოროლოგიური ინფორმაცია.

პროგნოზი დგება საერთო და სპეციალური დანიშნულებისათვის. საერთო პროგნოზი იძლევა ცნობებს ქარის, ტემპერატურის, ნალექების, ღრუბლიანობის და სხვა ელემენტების შესახებ. სპეციალური დანიშნულების პროგნოზის შედგენისას ითვალისწინებენ იმ დარგის სპეციფიკას, რომლისთვისაც დგება პროგნოზი.

გრძელვადიანი პროგნოზისათვის განიხილება ხანგრძლივი პერიოდისათვის ჰაერის მასებისა და ბარიული სისტემების შესაძლებელი უამრავი შემთხვევა. ასევე, ყურადღება ექცევა მზის აქტივობის რყევას, რადგან მისი ამპლიტუდა გარკვეულწილად მოქმედებს ატმოსფეროს ცირკულაციურ პროცესებზე და შესაბამისად ამინდის ფორმირებაზე.

მსოფლიო მეტეოროლოგიურ დაკვირვებათა სისტემას თანამგზავრული მონაცემებით ემსახურება ხელოვნური თანამგზავრების ორი ტიპი: პოლარულ-ორბიტალური და გეოსტაციონალური. თანამგზავრული ტექნოლოგიების განვითარებას უზრუნველყოფს კოსმოსური კვლევის ცენტრი აშშ-ში „NASA“ და ევროპაში „EUMETSAT“ (მეტეოროლოგიური თანამგზავრები). ინფორმაციის მიღება ხდება 5 არხით (სპექტრულ დიაპაზონში) უწყვეტად. თანამგზავრიდან მიღებული ფოტოსურათებით ხდება ციკლონებისა და ანტიციკლონების ადგილმდებარეობისა და სიჩქარის განსაზღვრა.

ამინდის პროგნოზისათვის აუცილებელია ყოველდღიური ცნობები ატმოსფეროში მიმდინარე პროცესებზე არა მარტო გარკვეული ნაწილისათვის, არამედ მისი მთლიანი ზედაპირისათვის. დედამიწის ზედაპირის 71% დაფარულია ზღვებითა და ოკეანეებით, რაც სრულ მეტეოროლოგიურ დაკვირვებათა წარმოების საშუალებას არ იძლევა. ამიტომ, ე.წ. მეტეოროლოგიური თანამგზავრების საშუალებით ხდება ატმოსფეროს მაღალ ფენებში მიმდინარე პროცესების უწყვეტი შესწავლა.

ამინდის პირობების შესწავლის გლობალური ხასიათის დამადასტურებელია მსოფლიო მეტეოროლოგიური ორგანიზაციის (WMO) მიერ ამინდზე დაკვირვებების სრულყოფა, ამინდის პროგნოზის გაუმჯობესება და მეტეოროლოგიური ინფორმაციის შეკრებისა და გაცვლის დაჩქარება მსოფლიოს ქვეყნებს შორის.

ამინდის წინასწარმეტყველება ადგილობრივი ნიშნებით

ადგილობრივი ნიშნებით ამინდის პროგნოზის შედგენა შესაძლებელია მხოლოდ მცირე ტერიტორიისათვის. გათვალისწინებულია ის გარემოება, რომ ამინდი არ უნდა ვიწინასწარმეტყველოთ ერთი რომელიმე ნიშნის მიხედვით, არამედ რამდენიმე ნიშანი უნდა დაუპირისპიროთ ერთმანეთს.

პროგნოზის საიმედოობა მაშინ იქნება მაღალი, როცა ნიშნების უმეტესი ნაწილი ერთმანეთს დაემთხვევა. აღნიშნული ნიშნები საერთოა კონკრეტული ადგილისათვის. შეიძლება ერთი ადგილისათვის დარის მაუწყებელი ნიშანი, სხვა ადგილისათვის ავდრის მაუწყებელიგამოდგეს. მოსალოდნელი ამინდის წინასწარმეტყველება მთიან რეგიონებში, რელიეფის სირთულის გამო გაძნელებულია. ამიტომ, ადგილობრივი ნიშნების გამოყენებით შესაძლებელია ამინდის პროგნოზი დაზუსტდეს პატარა რაიონისათვის.

ტყის ბიომასის მატებისათვის მნიშვნელოვანია მწერების, სოკოვანი და ბაქტერიული ავადმყოფობების მიმართ ტყის ნარგაობის მდგრადობა. ტყის ჯიშებზე მავნებლებისა და სხვადასხვა დაავადების გავრცელება ამინდის პირობებით, კერძოდ, მისი უარყოფითი მოვლენებით არის გამოწვეული. ტყის მასობრივი გადაგვარება ხდება არახელსაყრელი ნიადაგურ-კლიმატური პირობებით. ტყის ნარგაობაზე დამლუპველად მოქმედებს გვალვები, ძლიერი ყინვები და სხვა. მრავალი მავნებლისა და დაავადების აფეთქება იწყება გვალვიან წლებში ან ზამთრის ძლიერი ყინვების შემდეგ, ანუ ამინდის იმ არახელსაყრელი მოვლენის შედეგად, რაც მცენარის გამოფიტვასა და დასუსტებას იწვევს.

ამინდთან მჭიდრო კავშირშია ტყეში ხანძრის წარმოქმნის საშიშროება. ხანძრის გაჩენის ალბათობა მეტია გვალვებისა და ტყის ბალახეული საფარის გახმობის პერიოდში. ცეცხლის გაჩენის მომენტში საშიშია ქარების მოქმედება, აგრეთვე ჭექა-ქუხილის დროს წარმოქმნილი ელექტრომუხტი. გამომდინარე იქედან, რომ ხანძრის მოვლენა დაკავშირებულია ამინდთან, ხანძრის საშიშროების შეფასება ხდება კომპლექსური მახასიათებლებით. ხდება ხანძრის საშიშროების კლასების შედგენა, რომლის მიხედვით შემუშავდება ტყის ხანძრების საშიშროების რუკა და პროგნოზი ხანძარსაშიში პერიოდისათვის.

მოსალოდნელი ამინდის ადგილობრივი ნიშნები დაფუძნებულია მეტეოროლოგიური მოვლენების ხასიათზე. წნევაზე და ტენიანობაზე დამოკიდებული ნიშნები დილით ჰაერის ტენიანობის ძლიერი კლება, ხოლო საღამოს მატება, მზიანი ამინდის ნიშანია. წნევის სწრაფი დაცემა ქარის გაძლიერების და ნალექის ნიშანია, ხოლო თუ წნევა განუწყვეტლივ მატულობს მოსალოდნელია კარგი ამინდი. თუ წნევა დილიდანვე მცირდება, ხოლო ჰაერის ტემპერატურა და ტენიანობა ჩვეულებრივზე მეტად იზრდება, ამავე დროს ჰაერი იხუთება მოსალოდნელია ჭექა-ქუხილი.

ქარზე დამოკიდებული ნიშნები:

- ✓ საღამოს ქარის გაძლიერება ავდრის ნიშანია.
- ✓ ზაფხულში ღამით წყნარი ამინდი, კარგი ამინდის ნიშანია.
- ✓ შუადღის საათებში ძლიერი ქარი, რომელიც საღამოს ჩადგება კარგი ამინდის ნიშანია.
- ✓ თუ მზიან ამინდში ქარი რამდენიმე დღის განმავლობაში ერთი მხრიდან ქრის, შემდეგ შეიცვალა მიმართულება და მეორე მხრიდან დაუბერა, ამინდის შეცვლის და ნალექის ნიშანია.

ღრუბლებზე დამოკიდებული ნიშნები:

- ✓ ფრთა ღრუბლის გამოჩენა ჰორიზონტზე დასავლეთიდან და მისი სწრაფი მოძრაობა წვიმის და ქარის ნიშანია.
- ✓ დღისით ფრთა ღრუბლების გამოჩენა, რომელთა რაოდენობა არ მატულობს და უწყსრიგოდაა გაფანტული ცაზე, კარგი ამინდის ნიშანია.

- ✓ თუ სადამოს გროვა ღრუბლები არ გაიფანტა და არ გაქრა, მოსალოდნელია ამინდის გაუარესება და წვიმა.
- ✓ თუ გროვა ღრუბლები სწრაფად იზრდება და უზარმაზარი მთების ზომას აღწევს მოსალოდნელია ჭექაქუხილი.

შერეული ნიშნები:

- ✓ ძლიერი ნამი კარგი ამინდის ნიშანია,
- ✓ დილით მშრალი ბალახი ღამით მოსალოდნელი წვიმის მაუწყებელია,
- ✓ თუ ხევში და დაბალ ადგილებში სადამოსა და დილით ნისლია, რომელიც იფანტება მზის ამოსვლისას მზიანი ამინდია მოსალოდნელი.
- ✓ ვარსკვლევების ციმციმი ნალექის ნიშანია.
- ✓ თუ დილით ძალზე წითელი ფერის რიჟრაჟია ნალექის ნიშანია.

ზემოაღნიშნულიდან გამომდინარე, ამინდის ადგილობრივი მეცნიერულ დაკვირვებათა ნიშნების ნაწილი დამყარებულია ხელსაწყობის ჩვენებაზე, ხოლო ნაწილის შემჩნევა ვიზუალურად არის შესაძლებელი.

.

შემაჯამებელი კითხვები

1. ამინდი და ამინდის პროგნოზის სახეები
2. მსოფლიო მეტეოროლოგიურ დაკვირვებათა სისტემა
3. ამინდის წინასწარმეტყველება ადგილობრივი ნიშნებით
4. ქარზე დამოკიდებული ნიშნები
5. ღრუბლებზე დამოკიდებული ნიშნები
6. შერეული ნიშნები

კლიმატი და მისი წარმომქმნელი ფაქტორები

მოცემული ადგილისათვის დამახასიათებელი ამინდის მრავალწლიან რეჟიმს კლიმატი ეწოდება.

მეცნიერებას, რომელიც სწავლობს კლიმატს კლიმატოლოგია ეწოდება. მის მიზანს წარმოადგენს კლიმატის წარმომქმნელი პროცესების, კლიმატის ცვალებადობის პროგნოზირებისა და კლიმატური რესურსების რაციონალურად გამოყენების შესწავლა.

დედამიწაზე კლიმატური თავისებურებანი განპირობებულია ასტრონომიული, გეოგრაფიული თუ გეოფიზიკური ფაქტორებით.

ასტრონომიული ფაქტორები: მზის ნათება, დედამიწის მდებარეობა და მოძრაობა მზის სისტემაში, დედამიწის ბრუნვის ღერძის დახრილობა და ბრუნვის სიჩქარე, გარე სხეულების, მაგ. მთვარის გრავიტაციული ზემოქმედება და ა.შ. ამჟამინდელი მონაცემებით დედამიწის არსებობის მანძილზე (4,5 მილიარდი წელი), ამ ფაქტორების ნაწილი განსაკუთრებით, ბრუნვის ღერძის დახრილობა არსებითად იცვლებოდა, რაც გლობალური კლიმატის მნიშვნელოვან ცვლილებას იწვევდა, რომელიც გამოხატული იყო გამყინვარებისა და დათბობის ეპოქების მონაცვლეობაში.

გეოლოგიური მონაცემები მოწმობს დედამიწის ისტორიის ბოლო 1 მილიონი წლის მანძილზე, გამყინვარების 5 ეპოქის არსებობას, რომელთა ხანგრძლივობა 10-70 ათასი წწ. ფარგლებში იცვლებოდა. ბოლო გამყინვარებას ადგილი ჰქონდა 50-25 ათასი წლის წინათ, რის შემდეგაც მცირე აცივებებით, დაიწყო კლიმატის თანამედროვე დათბობა.

1930-იან წლებში, მ. მილანკოვიჩის მიერ დამუშავებული თეორიის თანახმად, კლიმატის ეს ცვალებადობა გამოწვეულია დედამიწის ბრუნვის ღერძისა და მზის გარშემო ორბიტის ელემენტების პერიოდული რხევებით, რაც საშუალებას იძლევა პროგნოზირებულ იქნას მომავალში გამყინვარების ეპოქების დადგომა. სხვადასხვა ავტორის მიერ ჩატარებული გამოთვლებით, ახალი გლაციალური პერიოდი სავარაუდოდ, შეიძლება დაიწყოს 30 ათასი წლის შემდეგ, თუ მანამდე ანომალიურმა

ვულკანურმა აქტიურობამ მკვეთრად არ შეცვალა ატმოსფეროში CO₂-ისა და აეროზოლების კონცენტრაციები.

გეოგრაფიულ ფაქტორებს მიეკუთვნება: ოკეანე-ხმელეთის განაწილება, კონტინენტების ფორმა, რელიეფი და მოძრაობა, მცენარეული საფარი.

გეოფიზიკური ფაქტორები: დედამიწის მასა, ვულკანური აქტიურობა, ატმოსფეროს ქიმიური შემადგენლობა, მათ შორის სათბურის გაზებისა და აეროზოლების კონცენტრაცია და განაწილება, ოზონის განაწილება.

ატმოსფერულ ფაქტორებთან ერთად ამ ფაქტორებიდან გლობალური კლიმატის ცვალებადობაში დიდ როლს ასრულებდა კონტინენტების წარმოქმნის, გაერთიანება-დაშორებისა და დრეიფის პროცესი. რაც არსებითად ცვლიდა სითბოსა და ნალექების განაწილებას დედამიწის ზედაპირზე. რაც შეეხება ვულკანურ აქტიურობას, მას შეუძლია გადამწყვეტი როლი შეასრულოს ატმოსფეროს ქიმიური და აეროზოლური შედგენილობის ცვლილებაში, რაც განაპირობებს დედამიწაზე მოსული ინსოლაციის განაწილებას და შესაბამისად პლანეტის სითბურ ბალანსს.

მზიდან მოსული რადიაცია იწვევს ხმელეთისა და ოკეანის ზედაპირის გათბობას, რაც ატმოსფეროსა და ოკეანეში წარმოქმნის ცირკულაციურ პროცესებს. დღის საათებში გამთბარი დედამიწის ზედაპირი ღამის საათებში კოსმოსში ასხივებს გრძელტალღოვან რადიაციას, რასაც ნაწილობრივ ხელს უშლის ატმოსფეროს შემადგენლობაში შემავალი სათბურის გაზები, აეროზოლები, აგრეთვე ღრუბლები. განხილულ პროცესებში მნიშვნელოვანი როლი მიეკუთვნებაკრიოსფეროს, რომლის საერთო ფართობი 100 მილიონ კვადრატულ კილომეტრს აღემატება და რომელშიც მოქცეულია დედამიწის მტკნარი წყლის 80%.

დედამიწის ბრუნვის ღერძის დახრილობის შესაბამისად სხვადასხვა განედში მზრიდან მოსული სითბოს რაოდენობა იცვლება, რაც ოკეანეებისა და კონტინენტების განაწილებასთან კავშირში, განაპირობებს გლობალური კლიმატური ზონების არსებობას, რომელთა ფონზე სხვადასხვა რეგიონში გამოიყოფა კლიმატის ცალკეული ტიპები. კლიმატის გლობალური ცვლილება იწვევს კლიმატური ზონების გარკვეულ

დეფორმაციას, რაც უშუალოდ უკავშირდება ბუნებრივი ეკოსისტემების მოწყვლადობის პრობლემას. IPCC - (კლიმატის ცვლილების სამთავრობათაშორისო საბჭო) შეფასების თანახმად, ეკოსისტემების უმრავლესობისათვის 10 წელიწადში 0.1 გრადუსი საშუალო წლიური ტემპერატურის მომატება საშუალო განედებში ექვივალენტურია გეოგრაფიული განედის ცვლილებისა 500 კმ-ით. XXI საუკუნეში გლობალური ტემპერატურის მატების პროგნოზული სიჩქარე, რომელიც შეიძლება აღემატებოდეს ათწლეულში 0.2 გრადუსს, წელიწადში უტოლდება განედის 10 კმ-ით შეცვლას. არსებულკლიმატურ ზონებში შემავალ ბევრ სახეობას, განსაკუთრებით ნაკლებად მობილურ მცენარეებს, გაუჭირდებათ საშუალო წლიური ტემპერატურის ცვლილების ასეთ სიჩქარესთან შეგუება.

უდიდესია ოკეანისა და ატმოსფეროს ცირკულაციურ პროცესების როლი კლიმატის ჩამოყალიბებაში - მსოფლიო ოკეანეში დაიკვირვება ზედაპირული (ხშირად თბილი) და სიღრმული (ცივი) დინებები. მათგან გასაკუთრებული კლიმატწარმომქმნელი როლი ენიჭება შემდეგ დინებებს: გოლფსტრიმს-(ატლანტიკის სექტორში), ელ-ნინოს (El-Ninoწყნარის ოკეანის სექტორში), ლაბრადორის (ატლანტიკის სექტორში), და კუროსიოს (წყნარი ოკეანის სექტორში). ზედაპირული დინებები სიღრმულ დინებებთან ერთად ქმნის მსოფლიო ოკეანის ცირკულაციურ სისტემას. გოლფსტრიმის გავლენით ევროპის ჩრდილო-დასავლეთ ნაწილში საშუალო წლიური ტემპერატურები 10 გრადუსამდე მეტია იმასთან შედარებით, რაც იქნებოდა მისი არ არსებობის პირობებში.

ელ-ნინოს (El-Ninoსამხრეთ ტალღური რხევა ENSO) თავისი წარმოშობით თბილი წყლის ნაკადია, რომელიც პერიოდულად მიედინება ეკვადორისა და პერუს სანაპიროს გასწვრივ და უარყოფით გავლენას ახდენს მეთევზეობზე.

ეს ოკეანური მოვლენა დაკავშირებულია ინდოეთისა და წყნარ ოკეანეზე შიგა ტროპიკული ზედაპირული წნევის პერიოდულ რყევასა და ცირკულაციურ პროცესებთან, რასაც სამხრეთისტალღური რხევა ეწოდება. ამ დროს გაბატონებული პასატური ქარები სუსტება, ხოლო საპირისპირო ეკვატორული ნაკადები ძლიერდება,

რაც ინდონეზიის რეგიონში იწვევს თბილი ზედაპირული წყლის დინებას აღმოსავლეთის მიმართულებით, რომელიც გადაფარავს პერუს ცივ დინებას. ეს მოვლენა დიდ ზეგავლენას ახდენს ქარებზე, ზღვის ზედაპირის ტემპერატურასა და ნალექების განაწილებაზე წყნარი ოკეანის ტროპიკულ ნაწილში. მისი კლიმატწარმომქნელი გავლენა ვრცელდება წყნარი ოკეანის მთელ რეგიონსა და მსოფლიოს სხვა მრავალ ნაწილზე. ელ ნინიოს საპირისპირო მოვლენა ცნობილია ლა-ნინიას სახელწოდებით (ელნინიოს ცივი ფაზა). როგორც გოლფსტრიმის შემთხვევაში, ზღვის ზედაპირის ტემპერატურის ცვლილება დიდ გავლენას ახდენს ხმელეთის მიმდებარე ტერიტორიების ჰაერის ტემპერატურასა და ნალექთა რეჟიმებზე, კერძოდ, წყნარი ოკეანის აღმოსავლეთ და ცენტრალურ ნაწილებში 2 გრადუსამდე ტემპერატურის მატებას, წყნარი ოკეანის ეკვატორული განედების ცენტრალურ და აღმოსავლეთ ნაწილებში, ასევე ატლანტის ოკეანის დასავლეთ სექტორში, შედეგად მოჰყვება სეზონური ნალექთა ზრდა საშუალო კლიმატურთან შედარებით თვეში 100-150 მმ-ით, ხოლო ოკეანის დასავლეთ სექტორში მათი შემცირება იგივე სიდიდით.

გარდა ზემოთ აღნიშნულისა უდიდესია დედამიწის ცალკეული რეგიონების კლიმატის ჩამოყალიბებაში მუსონური ცირკულაციისა და ტროპიკული ციკლონების როლი, უდიდესია კრიოსფეროს როლი, მისი ფიზიკური თვისებები განაპირობებს ზემოქმედების ხასიათს გლობალურ კლიმატზე.

კრიოსფეროს ფართობი განსაკუთრებით ჩრდილო ნახევარსფეროში, მნიშვნელოვან სეზონურ ცვალებადობას განიცდის, რაც გამოწვეულია ამ ნახევარ სფეროში ხმელეთის და შესაბამისად ზამთარში თოვლის საფარის მიერ დაკავებული ფართობის დიდი წილით სამხრეთ ნახევარ სფეროსთან შედარებით. იმ დროს, როდესაც ჩრდილოეთ ნახევარსფეროში ზამთარია, გლობალურად კრიოსფეროს ფართობი 82 მლნ. კმ² შეადგენს, მაშინ, როდესაც ამ ნახევარსფეროში ზაფხულის პერიოდში ეს სიდიდე 50 მლნ კმ² არ აღემატება რაც შესაბამისად დედამიწის ზედაპირის 16 და 10 პროცენტს შეადგენს. კრიოსფერო მნიშვნელოვან როლს ასრულებს დედამიწის ენერგობალანსის რეგულირებაში. კლიმატის გლობალურ დათბობას შეუძლია გამოიწვიოს კრიოსფეროს

ფართობის შემცირება და ამით დედამიწის საშუალო ალბედოს დაკლება, რასაც მზის შთანთქმული რადიაციის მომატების ხარჯზე მოჰყვება გლობალური კლიმატური სისტემის შემდგომი დათბობა. გარდა ამისა, ანტარქტიდისა და გრენლანდიის ყინულოვანი საფარის ნაწილობრივი გათბობის გამო, კრიოსფეროს შემცირებას მოყვება მსოფლიო ოკეანის დონის მომატება (სხვადასხვა შეფასებით 0.4-0.9 მეტრამდე 2100 წლისათვის) ზღვისპირა ქვეყნებისათვის კატასტროფული თანამდევი შედეგებით.

კლიმატის წარმომქმნელი ძირითადი ფაქტორებიდან - მზის რადიაცია, ატმოსფეროს ცირკულაცია, დედამიწის ზედაპირის, ოკეანეები, ზღვები და ა.შ, განვიხილოთ ცალკეული მათგანი, კერძოდ, კლიმატის ფორმირებაში მნიშვნელოვანი როლი მზის რადიაციას ენიჭება. იგი ატმოსფეროში მიმდინარე თითქმის ყველა პროცესის წყაროა. დედამიწის ზედაპირზე მზის რადიაცია არათანაბრად არის განაწილებული. მისი შემოდინება და რადიაციული ბალანსის სეზონური ცვლილება დამოკიდებულია დედამიწის სფეროსებრ ფორმასა და მისი ღერძის დახრილობაზე.

მზის რადიაციის განედური განაწილება იწვევს მაღალ და დაბალ განედებს შორის ატმოსფერული წნევის განსხვავებას, რის შედეგადაც ვითარდება ჰაერის ნაკადები, რაც განაპირობებს ატმოსფეროს ცირკულაციის ხასიათს.

მზის სითბოს განაწილებას დედამიწის ზედაპირზე განედების მიხედვით, ყოფენ 5 თერმულ სარტყელად.

- ცხელი (ტროპიკული) სარტყელი, მდებარეობს ჩრდილოეთ და სამხრეთ ტროპიკებს შორის (23.5°) განედებზე;
- 2 ზომიერი სარტყელი, ტროპიკებიდან პოლარულ წრემდე (23.5° -დან 66.5° -მდე, ჩრდილო და სამხრეთ ნახევარსფეროში);
- ორი ცივი სარტყელი (პოლარული), რომელიც მდებარებს პოლარულ წრესა და ჩრდილო და სამხრეთ პოლუსებს შორის.

დედამიწის ზედაპირზე სითბოს განაწილებას აგრეთვე განაპირობებს მცენარეული საფარი. ბალახის საფარი ამცირებს ნიადაგის ტემპერატურის დღელამურ ამპლიტუდას და საშუალო ტემპერატურას. მნიშვნელოვან გავლენას კლიმატზე ახდენს ტყე. მის, მიერ შექმნილი მიკროკლიმატი განსხვავდება მისი მახლობელი ტერიტორიების

მიკროკლიმატისაგან. ტყის საფარი ქმნის უსწორმასწორობას, რომელზედაც მატულობს ატმოსფერული ნალექების რაოდენობა და ჰაერის ტემპერატურა. იგი ხელს უწყობს ტურბულენტური მოძრაობის გააქტიურებას.

კლიმატის წარმოქმნაზე, გეოგრაფიული განედების გარდა გავლენას ახდენს მატერიკებისა და ოკეანის ნაწილების განაწილება, რომლებიც წარმოქმნიან კონტინენტური და ზღვის ტიპის კლიმატებს.

ერთსა და იმავე განედზე, კონტინენტის დასავლეთ და აღმოსავლეთ სანაპიროებზე განსხვავებული კლიმატია, რასაც განაპირობებს ზღვები და ოკეანეები. ზღვის სანაპირო ზონიდან ადგილის დაშორება გავლენას ახდენს ტენიანობაზე, ტემპერატურულ რეჟიმზე, ღრუბლიანობაზე, ნალექებზე და განსაზღვრავს კლიმატის კონტინენტურობას. კონტინენტურობას განსაზღვრავს, აგრეთვე ატმოსფეროს ზოგადი ცირკულაცია.

ძლიერი კლიმატქარმოქმნელი ფაქტორია მთები, რომლებიც განსაკუთრებულ კლიმატს – მთის კლიმატს ქმნიან. დედამიწაზე კლიმატების დიდ სხვაობას ქმნის კლიმატის წარმოქმნელი ფაქტორების სხვადასხვა შეთანაწყობა. დედამიწის ზედაპირის კლიმატურ ოლქებად დაყოფას თეორიული და პრაქტიკული მნიშვნელობა აქვს, რადგან ნიადაგ-მცენარეული საფარის თავისებურება, ცხოველების გავრცელება დამოკიდებულია კლიმატის ხასიათზე. ასევე, კლიმატს უკავშირდება ადამიანის სამეურნეო საქმიანობის მრავალი დარგი.

დედამიწაზე კლიმატის შესწავლისათვის, ცალკეული რეგიონებისათვის ადგენენ კლიმატის ელემენტთა სხვადასხვა ნიშნების განსაზღვრულ შეთანაწყობას, რის შესაბამისადაც არსებობს კლიმატის მრავალი კლასიფიკაცია.

საწყის ეტაპზე კლიმატთა კლასიფიკაციას ბერძნებმა საფუძვლად დაუდეს მზის სხივების დახრის კუთხე და ამის მიხედვით გამოიყო ორი ცხელი, ორი ზომიერი და ორი ცივი სარტყელი.

შემდგომი ეტაპის კლასიფიკაციათა შორის აღსანიშნავია: კიოპენის კლასიფიკაცია, რომელსაც საფუძვლად უდევს კლიმატურ ელემენტთა საშუალო სიდიდეები, კერძოდ, ჰაერის საშუალო ტემპერატურა და დანესტიანების ხარისხი. კიოპენი 5 კლიმატურ

სარტყელს გამოყოფდა და აღნიშნავდა თანმიმდევრულად ლათინური ალფავიტის დიდი ასოებით. კიოპენის კლასიფიკაციას ბევრ რამეში ჰგავს ბერგის კლასიფიკაცია. კერძოდ, აკად. ლ. ბერგის მიხედვით, გამოყოფილია გეოგრაფიული კლიმატური ლანდშაფტური ტიპის ზონები:

1. **ტუნდრის კლიმატი.** აქ ზამთარი ხანგრძლივი და ცივია. ზაფხული ტენიანი, ცივი და ხანმოკლე. ყველაზე თბილი თვის საშუალო ტემპერატურა არ აღემატება 10-12°-ს;

2. **ტაიგის კლიმატი** – ზომიერი კლიმატია, ცივი ზამთრით. თბილი თვის ტემპერატურა 10-20°-ია, ყინვები -30°-ზე დაბალია. ნალექების წლიური ჯამი ქვეზონების მიხედვით ცვალებადობას 300-600 მმ-ს შორის;

3. **ზომიერი ზონის ფოთლოვანი ტყეების კლიმატი.** აქ ზამთარი ნაკლებად ცივია, ხოლო ზაფხული უფრო თბილი, ტაიგის კლიმატთან შედარებით. ნალექების რაოდენობა 500-700 მმ-ს შეადგენს.

4. **მუსონური კლიმატი** – ხასიათდება მშრალი ზამთრით და ხანგრძლივი, თბილი, ტენიანი ზაფხულით. ივლისის თვეში ნალექები აღწევს 100 მმ-ს. ზაფხულში ჰაერის ტენიანობა მაღალია, დღისით ზოგჯერ აღწევს 70%-ს;

5. **სტეპის კლიმატი.** ამ კლიმატის I ქვეტიპში ზამთარი ზომიერია (ან ცივია), ზაფხული თბილი. II ქვეტიპში ზამთარი თბილია, ზაფხული ცხელი. ნალექების წლიური ჯამი 460 მმ-ია;

6. **ხმელთაშუაზღვის კლიმატი** – სუბტროპიკებშია, სადაც ზაფხული ცხელი და მშრალია, ზამთარი თბილი და ტენიანი;

7. **სუბტროპიკული ზონის ტყის კლიმატი** – ხასიათდება შედარებით თბილი ზამთრით. ყველზე ცივი თვის საშუალო ტემპერატურა 2°-ზე მეტია. ზაფხული ცხელი და უხვ ნალექიანია (1000 მმ და მეტი);

8. **ზომიერი სარტყლის შიდა კონტინენტური უდაბნოს კლიმატი** . ხასიათდება გრილი ზამთრით, ძალიან მშრალი და ცხელი ზაფხულით. იანვრის თვის საშუალო ტემპერატურა უმეტესად უარყოფითია. ნალექების წლიური ჯამი 250 მმ-ზე ნაკლებია;

9. **ტროპიკული უდაბნოს კლიმატი** – ხასიათდება ცხელი ზაფხულით და თბილი ზამთრით. ნალექების რაოდენობა მცირეა (250 მმ-ზე ნაკლები წელიწადში);

10. **სავანის ანუ ტროპიკული ტყე-სტეპის კლიმატი**. ამ ზონაში ყველაზე ცივი ტემპერატურა 18°-ზე დაბლა არ ეცემა. ნალექების რაოდენობა 200-1000 მმ-ს შეადგენს;

11. **ტენიანი ტროპიკული ტყის კლიმატი** – ცხელია, აქ მშრალი სეზონი იშვიათად იცის, ტემპერატურის წლიური მსვლელობის ამპლიტუდა მცირეა. ნალექების რაოდენობა 2000-5000 მმ-ს შეადგენს;

12. **მუდმივი ყინულის კლიმატი** მოიცავს უკიდურეს ჩრდილოეთ რაიონებს (მთებში თოვლის ზონის მაღლა), სადაც ჰაერის საშუალო წლიური ტემპერატურა ყოველთვის უარყოფითია.

ზემოთ აღნიშნულ კლასიფიკაციათა სისტემაში ავტორებს მხედველობაში არ ჰქონდათ მიღებული კლიმატწარმომქნელი ფაქტორები, აღნიშნული საკითხი გათვალისწინებული არის ალისოვის კლასიფიკაციაში და მოცემულია კლიმატთა კლასიფიკაცია დაფუძნებული გენეტურ პრინციპებზე. კერძოდ ალისოვმა ნაშრომს საფუძვლად დაუდო: ატმოსფეროს ცირკულაცია, ჰაერის მასების ტიპობრივი განსხვავება და ატმოსფერული ფრონტების მდებარეობა.

ალისოვის კლასიფიკაციის მიხედვით გამოყოფილია 7 ძირითადი კლიმატური ზონა (ერთი ეკვატორული, ორი ტროპიკული, ორი ზომიერი და ორიც პოლარული) და 6 გარდამავალი (ორი სუბეკვატორული, ორი სუბტროპიკული, სუბარქტიკული და სუბანტარქტიკული). ჯამში ალისოვის მიერ გამოყოფილია 13 კლიმატური სარტყელი. კლიმატურ ზონებს შორის საზღვრები გატარებულია მეტწილად კლიმატური ფრონტების საშუალო მდგომარეობით. თითოეულ ზონაში გამოყოფილია ოთხი კლიმატური ტიპი: კონტინენტური, ზღვიური, აღმოსავლეთ სანაპიროს და დასავლეთ სანაპიროების. ასევე ცალკე გამოიყოფა მთების კლიმატი შესაბამისი ზონებით.

ძირითადი კლიმატური სარტყლების თავისებურებები:

ეკვატორული ზონის კლიმატი: ეკვატორულ ზონაში მთავარი პროცესია ტროპიკული ჰაერის მასების დატენიანება. დიდი ღრუბლიანობისა და ტენიანობის მიუხედავად

ჯამური რადიაციის მაჩვენებელი მაღალია და 140-150 კკალ/სმ² წელს უტოლდება. რადიაციული ბალანსი ხმელთაზე 80 კკალ/სმ² წელი, ხოლო წყალზე 100-120 კკალ/სმ² წელი ტოლია. ატმოსფერული წნევა დაბალია, საშუალო წლიური ტემპერატურა კი 24-28 გრადუს ცელსიუსს უტოლდება. მაქსიმალური ტემპერატურა 35° C, ხოლო მინიმალური 20° C-ზე დაბლა თითქმის არ ჩამოდის. ამპლიტურა 1-2° C-ის ფარგლებშია. ტენიანობის მაჩვენებელი საგრძნობლად მაღალია, კერძოდ, აბსოლუტური ტენიანობა ხმელეთზე 30გ/მ³ აღწევს, ხოლო შეფარდებით ტენიანობა მშრალ პერიოდშიც კი 70% -ზე ნაკლები არ არის. ნალექების რაოდენობა საშუალოდ 1000- 3000 მმ-მდეა და თავსხმა ხასიათისაა, ელჭექის თანხლებით. არის არეალები სადაც ნალექების რაოდენობა 9500 მმ-მდეა (კამერუნის ქედი აფრიკაში) და კ.მოლდენი (პოლინეზიაში) 730 მმ.

ეკვატორულ ზონაში კონტინენტური და ზღვიური კლიმატები დიდად არ განსხვავდებიან, თუმცა მაინც გამოყოფენ კონტინენტურ ნოტიო ცხელ კლიმატს და ოკეანურ ზომიერად ნოტიო ცხელ კლიმატს. სიმაღლეზე ტემპერატურა იკლებს და თოვლის ხაზის სიმაღლე დაახლოებით 4500 მეტრზე გადის.

ტროპიკული ზონის კლიმატი: ეკვატორულისაგან სიმშარლით განსხვავდება. კონტინენტური ტროპიკული ჰაერი მშრალია რადგან აორთქლება უმნიშვნელოა, ხოლო ოკეანური ტროპიკული კლიმატი კი იმიტომ არის მშრალი, რომ აქ გაბატონებული პასატური ინვერსია ხელს უშლის აღმავალი ნაკადების განვითარებას. ეს აფერხებს ღრუბლების წარმოქმნას. შესაბამისად ჯამური რადიაციის მნიშვნელობა 180-200 კკალ/სმ² წელის ტოლია ხმელეთზე, ოკეანეზე კი 160 კკალ/სმ² წელის. რადიაციული ბალანსი კი მცირეა ეკვატორთან შედარებით (ხმელთაზე 60 კკალ/სმ² წელი, ხოლო წყალზე 80-100 კკალ/სმ² წელი).

ტროპიკულ ზონაში გამოყოფენ ოთხ ძირითად კლიმატურ ტიპს: კონტინენტური, ზღვიური, აღმოსავლეთ სანაპიროს და დასავლეთ სანაპიროების კლიმატები.

კონტინენტური ტროპიკული კლიმატი მშრალი და ცხელია.უთბილესი თვის საშუალო ტემპერატურა 30-39 გრადუს ცელსიუსს უტოლდება. უცივესი თვისა 10-25 გრადუს ცელსიუსს. საშუალო წლიური ტემპერატურა 18° C. ტემპერატურის დღეღამური ამპლიტურა 40°C-ს აღწევს, ხოლო წლიური 20°C-ს. სინოტივე მცირეა,

ნალექები იშვიათად მოდის. ასეთი ტიპის კლიმატი ძირითადად ტროპიკულ უდაბნოებში გვხვდება. სიმაღლეზე ტემპერატურა იკლებს და თოვლის ხაზის სიმაღლე დაახლოებით 5000 მეტრზე გადის.

ოკეანური ტროპიკული კლიმატი მაღალი ტენზიუმცველობით და ამპლიტუდის (დღე-ღამური და წლიური) სიმცირით ხასიათდება. მცირე ღრუბლიანობა და მდგრადი ქარები ახასიათებს ეკვატორულისაგან განსხვავებით. ზაფხულის თვის საშუალო ტემპერატურა 20-27°C-ს უდრის, ზამთრის თვეებში კი 10-15°C-ს. აღნიშნული კლიმატისათვის დამახასიათებელია ტროპიკული ციკლონები. სწორედ ტროპიკული ციკლონების დროს მოდის ნალექთა მნიშვნელოვანი რაოდენობა, თუმცა ზოგადად ზონა ნალექების სიუხვით არ გამოირჩევა.

კონტინენტების დასავლეთ სანაპიროების კლიმატი ხასიათდება შედარებით დაბალი ტემპერატურებით (18-20 გრადუსი), მცირე ნალექებით (100 მმ-ზე ნაკლები წლიურად) და მაღალი სინოტივით (80-90%) ეს არის სწორედ სანაპიროებზე არსებული უდაბნოების კლიმატი, რომელთა ჩამოყალიბებაში მნიშვნელოვანია სანაპიროსთან მდებარე ცივი დინებების და ზომიერი განედებიდან წამოსული ჰაერის მასების გავლენა.

კონტინენტების აღმოსავლეთ სანაპიროების კლიმატი დასავლეთ სანაპიროს კლიმატისაგან განსხვავებით, გამოირჩევა შედარებით მაღალი ტემპერატურითა და მეტი ნალექიანობით. აღმოსავლეთ სანაპიროზე უმეტესად უკეთ არის განვითარებული მუსონური ცირკულაცია, ასევე დიდია თბილი დინებების გავლენაც, რაც აისახება კიდევ ტემპერატურასა და ნალექების რაოდენობაზე (მაგ. ტემპერატურა რიო-დე-ჟანეიროში იანვარში 16 გრადუსს, ხოლო ივლისში (ზამთარი ბრაზილიაში) 20 გრადუსს დრის, ხოლო ნალექების რაოდენობა წლიურად 1100 მმ-მდე).

ზომიერი ზონის კლიმატები: განედის მატებისა და ღრუბლიანობის გამო ზომიერ სარტყლში რადიაციული ბალანსი ტროპიკულთან შედარებით 2-ჯერ მცირეა. ამ ზონაში კლიმატის შექმნელი ფაქტორებიდან მნიშვნელოვანი როლი ენიჭება ციკლონურ ცირკულაციას. ნალექები მეტესად ფრონტალური ხასიათისაა.

ზომიერ ზონაში გამოყოფენ ოთხ ძირითად კლიმატურ ტიპს: კონტინენტური, ზღვიური, აღმოსავლეთ სანაპიროს და დასავლეთ სანაპიროების კლიმატები.

ზომიერი ზონის კონტინენტური კლიმატი ხასიათდება თბილი ზაფხულითა და ცივი თოვლიანი ზამთრით. რადიაციული ბალანსი 20-40 კკალ/სმ² ტოლია. ამ ზონაში მნიშვნელოვანი კლიმატური ფაქტორია თოვლის საფარი, რომელიც იცავს ნიადაგს გადაცივებისაგან და აგროვებს ტენს ნიადაგში. რაც შეეხება ტემპერატურას ზომიერი ზონის კონტინენტური ტიპისათვის დამახასიათებელია მაღალი წლიური ამპლიტუდა (50-60° C).

ზომიერი ზონის ოკეანური კლიმატი ფარგლებში რადიაციული ბალანსი წლის განმავლობაში 1,5 ჯერ მეტია, ვიდრე კონტინენტურის შემთხვევაში და დაახლოებით 30-60 კკალ/სმ² უდრის. ზამთარში ოკეანეები უფრო თბილია, ვიდრე კონტინენტები, სითბოს საგრძნობი მარაგი მოაქვთ თვბილ დინებებსაც.

კონტინენტების დასავლეთ სანაპიროების კლიმატის გადმოტანილი ჰაერის მასების გავლენით. წლის მანძილზე აღნიშნული ზონის კლიმატი გამოირჩევა ტენიანობით, ნალექების მნიშვნელოვანი რაოდენობით და ტემპერატურის მცირე ამპლიტუდით. ზამთარში თბილა შედარებით, ზაფხულში გრილა.

კონტინენტების აღმოსავლეთ სანაპიროების კლიმატი მუსონური ტიპისაა, ზაფხულში ციკლონური ცირკლაციის გაბატონებით, რაც განაპირობებს მაღალ ღრუბლიანობას და ნალექების მნიშვნელოვან რაოდენობას. ზამთარში ანტიციკლონური სიტუაციის გავლენა უფრო დიდია, რის შედეგადაც სანაპიროებისაკენ მიედინება კონტინენტური ცივი ჰაერი, რომელიც ტემპერატურა საგრძნობლად ამცირებს. ამ ფაქტორების გავლენით ზამთარი ცივი და მშრალია, ზაფხული წვიმიანი და ზომიერად თბილია.

არქტიკისა და ანტარქტიკის კლიმატები: აღნიშნული კლიმატები მაღალ განედებში მდებარეობიდან გამომდინარე მკაცრი ტიპისაა, შესაბამისად რადიაციული ბალანსი ნულს უახლოვდება, სამხრეთში (ანტარქტიკაში) უარყოფითია. მთელი წელი აღნიშნულ ზონაში თოვლი არ დნება, თოვლის საფარის დიდი გამოსხივების (დიდი არეკვლის უნარის ქონა) გამო ზაფხულშიც რადიაციული ბალანსი მცირეა. სითბოს უმეტესობა

თოვლის დნობაზე იხარჯება, შესაბამისად არქტიკაში ზაფხულშიც ტემპერატურა 0°C - მდეც იშვიათად იმატებს, ხოლო ანტაქტრიდაში კი -30 , -350°C -იც აღინიშნება. ტემპერატურის დღელამური ამპლიტა მცირეა $1-20^{\circ}\text{C}$ ფარგლებში, ნალექების რაოდენობაც მცირეა, რაც ანტიციკლონურ სიტუაციასთან არის დაკავშირებული. პოლარულ ოლქებში კლიმატის მხოლოდ ორი ტიპი გვხვდება: კონტინენტური და ოკეანური.

კონტინენტური ანტაქტიკული (არქტიკული) კლიმატი მკაფიოდაა გამოხატული ანტარქტიდის კონტინენტზე. ახასიათებს განსაკუთრებულად მკაცრი ზამთარი და ცივი ზაფხული, მთელი წელი ტემპერატურის უარყოფითი ნიშნულით. აქ არის ყველაზე დაბალი ტემპერატურა დაფიქსირებული დედამიწაზე $-89,3^{\circ}\text{C}$ (სადგური ვოსტოკი, სიცივის პოლუსი). აღნიშნულ სიტუაციას ხელს უწყობს ანტარქტიდის ცენტრალურ ნაწილში არსებული ანტიციკლონური სიტუაცია (სტაციონალური ანტიციკლონი). ანტარქტიდის სანაპიროებზე კი ციკლონური სიტუაცია ბატონობს, რომელიც იწვევს ძლიერ ქარებსა და ნალექთა შედარებით მეტ რაოდენობას (სანაპიროებზე ნალექების რაოდენობა 1600 მმ-მდე აღწევს, ხოლო შიდა ზონებში $90-100$ მმ-ს). ანტარქტიდის კლიმატის მახასიათებელი თავისებურებაა ძლიერი ქარები, რაც კიდევ უფრო ამძაფრებს, ისედაც მკაცრ კლიმატურ პირობებს. გაბატონებულია ორი ტიპის ქარი: მყინვარული (ნაკადური) და ციკლონური. მყინვარული ქარი კონტინენტის ცენტრალური ნაწილებიდან ეშვება სანაპიროებისაკენ. დაფიქსირებული ქარების ძალით ანტარქტიდა მსოფლიოში პირველ ადგილზეა.

მკაცრი კონტინენტური კლიმატით გამოირჩევა ასევე გრენლანდია, რომლის ტერიტორიაც ყინულითაა დაფარული ($4/5$ ნაწილი). ცენტრალურ ზონაში ივლისის საშუალო ტემპერატურა -14°C -ია, იანვრის -49°C . აბსოლუტური მინიმალური ტემპერატურა -69°C -ს უტოლდება. გრენლანდიის სამხრეთ ნაწილში ციკლონების მოქმედების ზონაში ნალექების რაოდენობა შედარებით მაღალია 1000 მმ-მდე, ხოლო ჩრდილოეთით ნალექთა რაოდენობა მცირდება და 100 მმ-ს არ აღემატება.

ოკეანური არქტიკული კლიმატი ყალიბდება ოკეანეებზე, რომელთა ზედაპირი თითქმის მთელი წელი დაფარულია ყინულებით. ზამთარში სითბოს ძირითადი წყარო

არის ოკეანური წყლების სითბო, რომელიც ყინულების ქვემოთ მიედინება დაბალი განედებიდან. აქტიკაში ცენტრალურ ზონაში იანვრის საშუალო ტემპერატურა -40°C -ია, ზაფხულში 0°C -ს უტოლდება. არსებული სითბოს მეტი წილი იხარჯება ყინულების დნობაზე და აორთქლებაზე. აბსოლუტური მინიმალური ტემპერატურა -55°C -ია. ხშირია ქარბუქი.

გარდამავალი კლიმატური სარტყლების თავისებურებები: გარდამავალი სარტყლის კლიმატი ყალიბდება მეზობლად მდებარე ძირითადი კლიმატურის სარტყლების ჰაერის მასების გავლენით. გარდამავალ კლიმატურ სარტყლებს ახასიათებს ჰაერის გაბატონებული ტიპის სეზონური ცვლა. მაგალითად სუბეკვატორული სარტყელი, რომელიც გარდამავალი ტიპის სარტყელია, ვრცელდება, როგორც ჩრდილოეთ ისე სამხრეთ ნახევარსფეროში და აღნიშნულ სარტყელში ზაფხულში გაბატონებულია ეკვატორული ტიპის ჰავა, ხოლო ზამთარში ტროპიკული ტიპის ჰავა შესაბამისი კლიმატური თავისებურებებით. ასევე არსებობს ორი სუბტროპიკული (გარდამავალი კლიმატური სარტყელი) ჩრდილოეთ და სამხრეთ ნახევარსფეროშიც, რომლის კლიმატურ თავისებურებებს ზაფხულში განსაზღვრავს ტროპიკული ტიპის ჰავა, ხოლო ზამთარში ზომიერი ტიპის ჰავა. მაღალი განედებისათვის მახასიათებელია გარდამავალი კლიმატური სარტყლებიდან სუბარქტიკული (ჩრდილოეთში) და სუბანტარქტიკული (სამხრეთში) კლიმატური სარტყლები, რომელთა ჰავის ჩამოყალიბებაზე ზაფხულში გავლენას ახდენს ზომიერი ტიპის ჰავა და ზამთარში არქტიკული/ანტარქტიკული (სუბარქტიკულ/სუბანტარქტიკულ სარტყელზე) ტიპის ჰავა.

შემაჯამებელი კითხვები

1. კლიმატი და მასზე მოქმედი ფაქტორები
2. ალისოვის კლასიფიკაცია
3. ძირითადი კლიმატური სარტყლების მიმოხილვა
4. გარდამავალი კლიმატური სარტყლები და მათი თავისებურებები

კლიმატის ცვლილება

კლიმატი ბერძნული სიტყვაა და „დახრილობას“ ნიშნავს. იგი წარმოადგენს ადგილის ფიზიკურ-გეოგრაფიულ მახასიათებელს, რომელიც განისაზღვრება გეოგრაფიული მდებარეობით (განედით), ხმელეთისა და ზღვის განაწილებით, რელიეფით, მცენარეული საფარით და სხვა.

კლიმატური ცვლილებები მიმართულია დათბობის, აცივების, ტენიანობის ან სიმშრალისაკენ. გრძელვადიან პერიოდში შესაძლებელია ერთი კლიმატიდან მეორეში გადასვლა, რასაც საკმაოდ ხანგრძლივი დრო სჭირდება. აღნიშნული პროცესი კლიმატის წარმომქმნელი ფაქტორების მკვეთრ ცვლილებასთან არის დაკავშირებული და ათეულ მილიონ წელს მოიცავს. შედარებით მოკლე პერიოდს მოიცავს კლიმატის მერყეობა. სხვადასხვა ადგილის მეტეოროლოგიური პირობები განსხვავებულია და მუდმივად ცვალებადობს. ასეთი პირობები არ იძლევა კლიმატის ცვლილების საფუძველს, რადგან ამ დროს შეინიშნება მეტეოროლოგიური ელემენტების დროებითი მერყეობა, რასაც თან არსდევს კლიმატური ტიპების მკვეთრი ცვლილება.

კლიმატის ცვლილებაში მნიშვნელოვანი როლი აქვს „სათბურის ეფექტის“ მექანიზმს. იგი დედამიწაზე არსებობს ასობით მილიონი წელი (ატმოსფეროს წარმოქმნის დღიდან) და ხელს უწყობს სიცოცხლის განვითარებას დედამიწაზე.

ბუნებრივი სათბურის ეფექტის მექანიზმის პრინციპიდან გამომდინარე, დედამიწის რადიაციული ბალანსი 0-ის ტოლია, როცა მზისგან მიღებული რადიაციის რაოდენობა შეესაბამება გამოსხივებას, რომელიც დედამიწიდან აირეკლება ატმოსფეროში. ულტრაიისფერი (მოკლელტალღიანი) გამოსხივება გარდაიქმნება ინფრაწითელ (გრძელტალღიან) გამოსხივებად – ატმოსფეროს სათბურის ემისიები შთანთქმავს დედამიწის ზედაპირიდან არეკლილ ინფრაწითელ რადიაციას (ნაწილობრივ უკან აბრუნებს), შედეგად კი ატმოსფეროსა და დედამიწის ქვედა ფენებისათვის წარმოიქმნება გათბობის დამატებითი პირობები.

სათბურის ეფექტი ცვლის პლანეტის სითბურ ბალანსს, რასაც მოყვება გლობალური დათბობის პროცესი. მისი არსებობა განსაზღვრავს პლანეტის საშუალო ტემპერატურის

უფრო მაღალ მაჩვენებელს, ვიდრე ეს იქნებოდა მის გარეშე. სავეგეტაციო პერიოდში მცენარეთა აქტიური ზრდა იწვევს CO₂-ის რაოდენობის კლებას. შემოდგომასა და ზამთარში მცენარეული ნარჩენების დაშლის შედეგად მისი რაოდენობა მატულობს. CO₂-ის კონცენტრაციის მატებაში მნიშვნელოვანი როლი ანთროპოგენურ ფაქტორებს ენიჭება.

ნახშირორჟანგის რაოდენობის მატება ატმოსფეროში სხვადასხვა ანთროპოგენური ფაქტორებით ვლინდება (საწვავების წვა, ნავთობი, ქვანახშირი, გაზი და სხვა, ცემენტის წარმოება, ავტოტრანსპორტიდან სათბური გაზების ემისიები, ტყეების გაჩეხვა და ა.შ.). სხვადასხვა საწვავის წვის შედეგად ატმოსფეროში CO₂-ის კონცენტრაცია წელიწადში 0.2%-ით მატულობს.

კლიმატის თანამედროვე ცვლილება, მნიშვნელოვნად უკავშირდება რადიაციული ფაქტორების ცვალებადობას, რაც ატმოსფეროს გამჭირვალობასთან არის დაკავშირებული.

დიდი მნიშვნელობა აქვს ატმოსფეროში წყლის ორთქლის რაოდენობას, რადგან ისიც სითბოს აქტიური მშთანთქმელია. ატმოსფეროში მისი რაოდენობის განახევრება დედამიწის ტემპერატურას საშუალოდ 5°-ით შეამცირებს. კლიმატის გლობალურ ცვლილებას განაპირობებს ატმოსფეროში ასული მტვერი, რომელიც დედამიწის ზედაპირიდან და კოსმოსური სივრციდან ხვდება ჰაერში. ატმოსფერული მტვრის ძირითად წყაროს მასშტაბური ხანძრები, უდაბნოები, სტეპები, დიდი სამრეწველო ცენტრები წარმოადგენს.

კლიმატის მნიშვნელოვანი ცვლილება დაიწყო XIX საუკუნის ბოლოს. აღნიშნულ პროცესს ახასიათებდა ტემპერატურის თანდათანობით მატება, რითაც ყველაზე მეტად ხასიათდება მაღალი განედები. XX საუკუნის 30-იან წლებში ჰაერის ტემპერატურის მატებამ (XIX საუკუნის ბოლოსთან შედარებით) 0.6°C შეადგინა. ცალკეულ ადგილებში ტემპერატურა 2.8°-ით გაიზარდა, რამაც გამოიწვია მყინვარების უკან დახევა და სხვა.

XX საუკუნის 40-იან წლებში დათბობა აცივებით შეიცვალა, რამაც ჩრდილოეთ ნახევარსფეროს მნიშვნელოვანი ნაწილი მოიცვა, ხოლო 70-იანი წლებიდან იგი დათბობით შეიცვალა. კლიმატის ასეთი ცვალებადობის ან მერყეობის შესწავლისათვის

საუკეთესო საშუალებაა ინსტრუმენტალური დაკვირვებების მასალები (ზოგიერთი პუნქტისათვის იგი 200 წელს მოიცავს). გამოიყენება მეტეოროლოგიურ ელემენტებზე დაკვირვების გრძელი რიგი, კერძოდ, ჰაერის ტემპერატურისა და ატმოსფერული ნალექების მონაცემები, რადგან კლიმატის მერყეობა უპირველესად, ამ ელემენტების ცვალებადობაში აისახება.

„სათბურის ეფექტის“ ანთროპოგენური წყაროებია ენერგეტიკა (სათბურის გაზების 60% წარმოიქმნება სათბობი ნედლეულის წვის შედეგად), ტრანსპორტი (იგი CO₂-ის ემისიის მთავარ წყაროდ ითვლება, აშშ-ში მასზე მოდის საერთო ემისიის მესამედი, ხოლო ევროპაში 1/5 ნაწილს შეადგენს), სოფლის მეურნეობა (მეცხოველეობის ნარჩენებისაგან წარმოქმნილი მეთანი, მინერალური სასუქების ჭარბი გამოყენება). განსაკუთრებულ პრობლემას წარმოადგენს ტყის გაჩეხვა. ყოველწლიურად იჩეხება და ხანძრის შედეგად ნადგურდება 17 მლნ ჰექტარი ტროპიკული ხე, რის შედეგადაც წარმოიქმნება CO₂-ის დიდი კონცენტრაცია. ტროპიკული ტყეების გაქრობა კი გამოიწვევს გაუდაბნოებას (ძლიერი წვიმები გადარეცხავენ ნიადაგებს).

კლიმატის ცვლილების შედეგად, ზომიერ სარტყელში მოსალოდნელია ტყის გარკვეული ნაწილის გადაადგილება ჩრდილოეთისაკენ. დათბობის პროცესის სწრაფი განვითარება ტყეებს შეუქმნის „სტრესულ“ მდგომარეობას, რაც გამოწვეული იქნება სიმშრალით, ნიადაგის მჟავიანობის გაზრდით, სხვადასხვა სახის პარაზიტების გამოვლენით.

პროცესის დაჩქარებული განვითარება გამოიწვევს იმაზე მეტი მცენარის დაღუპვას, ვიდრე ეს პროგნოზით არის მოსალოდნელი, კლიმატის სწრაფი შეცვლით. ასევე, საკმაოდ დიდი საფრთხე ემუქრება ტროპიკულ ტყეებს. იგი გამოიწვევს მოსული ნალექების რაოდენობის შემცირებას, რასაც მოყვება ტყის მასივების განადგურება. საშიშროება ემუქრება მანგროვან ტყეებს, რომლებიც სანაპიროს იცავენ ეროზიისაგან. ზღვის დონის მატების შემთხვევაში აღნიშნული ტყეები დაიფარება წყლით და განადგურდება.

კლიმატი განაპირობებს განსხვავებული ეკოსისტემების ჩამოყალიბებას. არსებობს მცენარეთა სახეობები, რომლებიც ხანმოკლე გვალვების ან სუსტი ყინვების დროსაც იღუპებიან ანუ ნებისმიერი სახეობისათვის დამახასიათებელია მეტნაკლებად ფართო დიაპაზონის სასიცოცხლო-ბუნებრივი პირობები.

კლიმატის ცვლილების გამომწვევი ბუნებრივი და ანთროპოგენური ფაქტორები. სათბურის ეფექტი

გლობალური კლიმატის ცვლილება, გამოწვეული უნდა იყოს კლიმატის განმაპირობებელი ფაქტორების ცვლილებით. დედამიწის არსებობის სხვადასხვა პერიოდში ეს ფაქტორები სხვადასხვა ინტენსივობით იცვლებოდა, რასაც სდევდა გამყინვარებისა და დათბობის ეპოქების მონაცვლეობა. XX საუკუნის 70-იანი წლებიდან კი გლობალური დათბობის ანალოგს ადგილი არ ჰქონია ბოლო 10 ათასი წლის განმავლობაში.

90%-იანი ალბათობით ამ დათბობას უკავშირებენ ატმოსფეროს ქიმიური შედგენილობის ცვლილებას, წიაღისეული საწვავის მზარდი მოხმარების შედეგად. განსაკუთრებით XVIII საუკუნის II ნახევრიდან ე.წ. „ინდუსტრიული რევოლუციის“ შემდეგ.

გაზეხს, რომლებიც მიიჩნევა გლობალური დათბობის ძირითად მიზეზად, ეწოდება სათბურის გაზეხი. სათბურის გაზეხი - ბუნებრივი ან ანთროპოგენული წარმოშობის ატმოსფეროს ის აიროვანი კომპონენტებია, რომლებიც შთანთქავს და გამოსხივებს გარკვეული ტალღის სიგრძის გამოსხივებას ინფრაწითელი რადიაციის სპექტრში. ამ რადიაციას ასხივებს აგრეთვე დედამიწის ზედაპირი, ატმოსფერო და ღრუბლები. ხსენებული გაზეხის ეს თვისება იწვევს სათბურის ეფექტს. სათბურის გაზეხის ზემოქმედებით ატმოსფეროში სითბოს შეკავების პროცესს სათბურის ეფექტი ეწოდება.

დედამიწის ატმოსფეროში ძირითადი სათბურის გაზეხია: წყლის ორთქლი (H_2O), ნახშირორჟანგი (CO_2), აზოტის ქვეჟანგი (N_2O), მეთანი (CH_4) და ოზონი (O_3). გარდა ამისა, ატმოსფეროში აღინიშნება უშუალოდ ადამიანის საქმიანობასთან

დაკავშირებული სათბურის გაზები, როგორიცაა, გოგირდის ჰექსაფტორიდი (SF_6), ჰიდროფტორნახშირბადები (HFC), პერფტორნახშირბადები (PFC), ასევე ქლორისა და ბრომის შემცველი სხვა აიროვანი ნაერთები, მაგ. ფრეონი და სხვა.

ამ გაზებიდან ატმოსფეროში მასის მიხედვით, ლომის წილი მიუძღვის წყლის ორთქლს. მის კოლოსალურ გლობალურ რაოდენობაში ცვლილებები ჯერჯერობით არ შეინიშნება. სამაგიეროდ ინდუსტრიულმა რევოლუციამ გამოიწვია 3 ძირითადი სათბურის გაზის კონცენტრაციის მკვეთრი ზრდა, ესენია : CO_2 , N_2O , CH_4 . ბოლო ორი საუკუნის მანძილზე CO_2 -ის კონცენტრაციამ მოიმატა 25-30%-ით, მეთანისა 120%-ით, აზოტის ჟანგისა 13%-ით. ასევე ჩრდილო ნახევარსფეროში მკვეთრად გაზრდილი სულფატური აეროზოლების კონცენტრაცია, რაზეც მეტყველებს გრენლანდიის ყინულოვანი საფარიდან აღებული ნიმუშების ანალიზი.

სათბურის გაზები აკავებს სითბოს „დედამიწის ზედაპირი-ატმოსფერო“ სისტემაში. ამ მოვლენას ეწოდება ბუნებრივი სათბურის ეფექტი. ატმოსფეროს გაუმჭირვალობის ზრდას იწვევს სათბურის გაზების კონცენტრაციის მომატება რადიაციის ინფრაწითელ უბანში, აქედან გამომდინარე, რადიაციის ეფექტურ გამოსხივებას კოსმოსში მაღალი ფენიდან, შედარებით დაბალი ტემპერატურის პირობებში. ეს იწვევს დისბალანსს, რომლის კომპენსირება შეიძლება მხოლოდ „დედამიწის ზედაპირი-ტროპოსფერო“ სისტემის ტემპერატურის გაზრდით. ეს უკანასკნელი წარმოადგენს „გამლიერებულ სათბურის ეფექტს“.

სათბურის ეფექტი ატმოსფეროში ყოველთვის არსებობდა და განსაზღვრავდა დედამიწაზე კლიმატის ფორმირებას. ინდუსტრიული რევოლუციის შემდეგ, სათბურის გაზების კონცენტრაციის ზრდამ ამ ეფექტის გამლიერება გამოიწვია.

თანახმად IPCC მონაცემებისა, ბოლო 100 წლის მანძილზე (1905-2005 წწ), ჰაერის საშუალო გლობალურმა ტემპერატურამ მოიმატა $0,74^\circ\text{C}$ -ით. სხვა შეფასებით 1861-2005 წწ. პერიოდში საშუალო გლობალური ტემპერატურა გაიზარდა $0,44^\circ\text{C}$ -ით, ამავე დროს ჩრდილო ნახევარსფეროში ტემპერატურამ იმატა $0,75^\circ\text{C}$ -ით, ხოლო სამხრეთით $0,22^\circ\text{C}$ -ით. განვლილი 50 წლის განმავლობაში საშუალო გლობალური ტემპერატურის მატების

სიჩქარე შეადგენდა $0,13^{\circ}\text{C}$ -ს 10 წელიწადში, ხოლო ბოლო 25 წელიწადში $0,18^{\circ}\text{C}$, რაც ნათლად მოწმობს ტემპერატურის ზრდის დაჩქარების ფაქტს.

გლობალური დათბობის შედეგად პოლარულ რეგიონებში ყინულის საფარის გადნობამ გამოიწვია მსოფლიო ოკეანის დონის პერმანენტული აწევა, რამაც XX საუკუნეში მიაღწია $0,17$ მეტრს. ბოლო ათწლეულში (1993-2003) ზღვის დონის აწევის სიჩქარემ მიაღწია $3,1$ მმ/წ. სიდიდეს.

კლიმატის ცვლილების ყველა ეს ნეგატიური შედეგები, მოითხოვს სათანადო პრევენციული და საადაპტაციო ზომების მიღებას, რათა ზემოთ ნახსენები პროცესები, რომელთა შეჩერება კაცობრიობის შესაძლებლობებს აღემატება, ნაკლებად საზიანო იყოს მომავალი თაობებისთვის.

ატმოსფეროს გაჭუჭყიანების ძირითადი ასპექტები

უკანასკნელ პერიოდში, ბუნებრივი გარემოს გაჭუჭყიანებამ გლობალური ხასიათი მიიღო. გაჭუჭყიანების ძირითადი წყაროებია: ბუნებრივი და ანთროპოგენურ-ტექნოგენური.

განსაკუთრებულ საშიშროებას წარმოადგენს ატმოსფეროს გაჭუჭყიანება მავნე აირებით, მყარი და თხევადი ნაწილაკებით, რაც გამოწვეულია იმით, რომ ატმოსფერული პროცესები არსებით გავლენას ახდენენ ბიოსფეროს ყველა კომპონენტზე, განსაკუთრებით ცოცხალ ორგანიზმებზე. ანთროპოგენურმა, არარეგულირებულმა ზემოქმედებამ ატმოსფერულ პროცესებზე, მომავალში შესაძლოა გამოიწვიოს შეუქცევადი ეკოლოგიური კრიზისი.

ატმოსფეროში არსებული შენაერთები - მყარი, თხევადი და გაზობრივ მდგომარეობაში არსებულნი, თავიანთი კონცენტრაციის დონით განაპირობებენ ისეთ თვისებებს, რომლებიც უარყოფითად მოქმედებენ როგორც ადამიანებზე, ასევე საერთო ეკოლოგიურ მდგომარეობაზე.

ბუნებრივი გაზების უმრავლესობა, რომლებსაც ჰაერი შეიცავს (გოგირდისა და აზოტის ჟანგულები, ნახშირწყალბადი, ნახშირორჟანგი და სხვა) დედამიწაზე სიცოცხლის შენარჩუნების წყაროს წარმოადგენენ. როდესაც, მათი კონცენტრაციის ზრდა აღემატება ზღვრულ დასაშვებ კონცენტრაციას (ზდკ), ისინი საშიშ ნივთიერებებად იქცევიან.

ჰაერში არსებული ნივთიერებათა კონცენტრაციის ბუნებრივი დონე (ფონური კონცენტრაცია) ფორმირდება ბუნებრივი პროცესების შედეგად (ტყის ხანძარი, მეტეორების წვა, კოსმოსური მტვერი, რადიაქტიური გამოსხივება, ქარის მოქმედება და სხვა).

ჰაერში გავრცელებული გოგირდოვანი შენაერთებიდან გვხვდება: გოგირდწყალბადი (H_2S), გოგირდოვანი გაზები (SO_2 , SO) ან გოგირდმჟავა. მათი 2/3 ბუნებრივი წარმოშობისაა. გოგირდწყალბადის წარმოქმნის წყაროს ორგანული პროცესები წარმოადგენს, რომლებიც მთელი მასის 45%-ს შეადგენს. გოგირდოვანი გაზების ძირითადი მასის წარმოქმნა უკავშირდება გოგირდის წვას, რომელსაც წიაღისეული შეიცავს (ნავთობი, საწვავი ქვანახშირი და სხვა).

ნახშირჟანგის (CO) წარმოქმნა დაკავშირებულია ნახშირბადის შემცველი საწვავი ნედლეულის არასრულ წვასთან. ჰაერში მოხვედრილი CO -ს დაახლოებით 80% ავტომანქანების გამონაბოლქვზე მოდის. იგი ძლიერ ტოქსიკურ ნივთიერებას წარმოადგენს, რომელიც იწვევს ადამიანის ცენტრალური ნერვული სისტემის ფუნქციურ დარღვევებს. ტოქსიკურობის მსგავსი თვისებებით ხასიათდება აზოტისორჟანგი (NO_2).

აღნიშნული ნივთიერებების გარდა ჰაერში ხვდება სხვა ელემენტებიც, რომელთა უმრავლესობა ტოქსიკურია და მეტად საშიშია ცოცხალი ორგანიზმებისათვის (ამიაკი, ფენოლო, ბენზოლი და სხვა).

ბიოსფეროს გაჭუჭყიანებაში განსაკუთრებული როლი აქვს რადიაქტიურ გამოსხივებას. იგი ძირითადად განპირობებულია ნიადაგიდან რადიაქტიური გაზების დიფუზიით და მათი დაშლით. რადიაქტიური ნივთიერებები ჰაერსა და ნიადაგში ხვდება ატომური იარაღის გამოცდის, რეაქტორებში გამოყენებული რადიაქტიური

ნარჩენებისა და წყლის საშუალებით. აღნიშნული ნივთიერებები საშიშროებას უქმნის ციცხალ ორგანიზმებს.

ბუნებრივი რადიაქტიურობა იცვლება ამინდის ადგილობრივი პირობების შესაბამისად. მისი რაოდენობა მცირდება ნალექების მოსვლის შემდეგ.

გაჭუჭყიანებული ჰაერი მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს მეტეოროლოგიურ რეჟიმზე, განსაკუთრებით რადიაციაზე, ხოლო მავნე ნივთიერებების განაწილება, თავის მხრივ დამოკიდებულია მეტეოროლოგიურ პირობებზე.

ატმოსფეროში დიდი რაოდენობითაა ატივზარებული მყარი და თხევადი ნაწილაკები - აეროზოლები. ჰაერში მათი წილი შეადგენს მთელი შენარევი მასის დაახლოებით 10%-ს, ხოლო 90% მოდის გაზობრივ კომპონენტებზე. აეროზოლების ძირითადი მასა (80-90%) მოძრაობს ტროპოსფეროს ქვედა ფენაში, ხოლო უწვრილესი ნაწილაკები ტროპოსფეროს მაღალ ფენებსა და სტრატოსფეროში.

ატმოსფეროში მუდმივად არის სხვადასხვა სახის მავნე ნივთიერებები, როგორც ბუნებრივი, ისე ანთროპოგენური გავლენით. სავარაუდოდ, ატმოსფერო თვითგამწმენდი მექანიზმით შეძლებს დედამიწის ბუნებრივი გაჭუჭყიანების ეკოლოგიური წონასწორობის შენარჩუნებას. რაც შეეხება ანთროპოგენურ გავლენას, იგი განსაკუთრებულ ყურადღებას ითხოვს, რადგან მისი რეგულირების მექანიზმი ადამიანის ხელშია.

მეტეოელემენტების გავლენა გარემოს გამჭუჭყიანებლებზე – ჰაერის მასების მოძრაობის რეჟიმს დიდი მნიშვნელობა აქვს ბიოსფეროს გამჭუჭყიანების მექანიზმის დადგენისათვის. ატმოსფეროს გამაჭუჭყიანებელი ნივთიერებების კონცენტრაცია არათანაბრად ნაწილდება და მისი გავრცელების ძირითად საშუალებას ატმოსფეროს მასების მოძრაობა - ქარები განაპირობებენ.

ქარების საშუალებით, გამაჭუჭყიანებელი ნივთიერებები სწრაფად მოძრაობენ ჰორიზონტალურ სიბრტყეში და ნიადაგის ზედაპირზე დალექვით. მათი ნიადაგში და წყლის აუზებში მოხვედრის ალბათობა მაღალია.

ჰაერის ჰორიზონტალური მოძრაობის დროს შეიმჩნევა ვერტიკალური, ქაოტური მოძრაობა ისე, რომ გამაჭუჭყიანებლები არა მარტო ჰორიზონტალური, არამედ ვერტიკალური მიმართულებითაც გადაიტანება (გადატანის ინტენსივობას რელიეფის ხასიათი და ნიადაგის საფარი განსაზღვრავს).

ბიოსფეროში ჰაერის მასების ვერტიკალური მოძრაობა შედარებით ნელია, ამიტომ ჰაერში შემავალი და ამ დინებაში მოხვედრილი გამაჭუჭყიანებელი ნივთიერებები გაცილებით დიდხანს რჩება ჰაერში (2-დან 3 თვემდე), რაც მეტ დაზიანებას იწვევს.

სხვადასხვა წყაროების მიერ გამოყოფილი ატმოსფეროს გამაჭუჭყიანებლების დიფუზია ან გაფანტვა ინტენსიურად მიმდინარეობს, რასაც ხელს უწყობს მიწისპირა ჰაერისათვის დამახასიათებელი ტურბულენტობა. ჰაერის სხვადასხვა ფენა ტურბულენტობის პროცესით კარგად ირევა ყველა მიმართულებით.

ამ პროცესში იფანტება გამაჭუჭყიანებლები და მცირდება მათი კონცენტრაცია. ამ გზით ნაწილაკების გადატანის სიძლიერე განისაზღვრება ჰაერის სტრატეფიკაციით. არამდგრადი სტრატეფიკაციის დროს მავნე ნივთიერებები ადის მაღლა, ისე რომ გარემოს გაჭუჭყიანება ნაკლებად ხდება. მდგრადი სტრატეფიკაციის პირობებში კი პირიქით ხდება - ატმოსფერო ძლიერ ჭუჭყიანდება. ამ შემთხვევაში გამაჭუჭყიანებელი ნელა ვრცელდება ჰორიზონტალურად, ქარის მიმართულებით.

განსაკუთრებულად ჭუჭყიანდება ატმოსფერო ტემპერატურის მიწისპირა ინვერსიის დროს. ასეთ შემთხვევაში თხელი ფენა ჭუჭყიანდება, თუმცა მავნე ნივთიერებების კონცენტრაცია 5-10-ჯერ აღემატება საშუალო მაჩვენებელს. სხვა მეტეოროლოგიური ელემენტებიდან, ატმოსფეროში ჭუჭყის რაოდენობაზე განსაკუთრებულად მოქმედებს ატმოსფერული ნალექები (წვიმასთან ან თოვლთან ერთად ჩამოდის მტვრის დიდი ნაწილი).

გაჭუჭყიანების შეფასება – ანთროპოგენური ზემოქმედების ინტენსივობასა და ჰაერში გამაჭუჭყიანებელი ნივთიერებების კონცენტრაციის დონეს ძირითადად ქალაქის სიდიდე და მოსახლეობის რაოდენობა განსაზღვრავს. ასევე, მნიშვნელოვანია

სამეურნეო მასშტაბის, ტრანსპორტის, საყოფაცხოვრებო პირობების და ფუნქციონალური სტრუქტურის როლი გამაჭუჭყიანებლების კონცენტრაციის დონის განსაზღვრაში.

ურბანიზებულ ტერიტორიაზე ანთროპოგენური ზემოქმედებით ჰაერში მოხვედრილი ზოგიერთი ნივთიერების და აეროზოლების რაოდენობა თანდათანობით უახლოვდება ან უტოლდება კიდეც ბუნებრივ ფონს. გარემომცველი გარემოსათვის სახიფათოდ ითვლება ყველა ის ნივთიერება, რომელიც ცვლის წყლის, ნიადაგის ან ჰაერის ბუნებრივ შემადგენლობას და ზიანს აყენებს ეკოსისტემებს. ამასთან ერთად ჰაერში, წყალში და ნიადაგში შეიმჩნევა ისეთი ნაერთები, რომლებსაც ბუნებრივ პირობებში არ ვხვდებით (ხელოვნური იზოტოპები, პესტიციდები და სხვა). ირღვევა ნივთიერების წრებრუნვა როგორც ლოკალური, ისე პლანეტარული მასშტაბით.

გარემომცველი გარემოს მიმართ გარკვეული ნივთიერებების საფრთხის შეფასებისათვის, საჭიროა განისაზღვროს გამაჭუჭყიანებელი ნივთიერების შემცველობის კონცენტრაცია, მისი მოქმედების ხანგრძლივობა და მისი გავლენა ცოცხალ ორგანიზმებზე.

მაგნე ნივთიერებების გარემოზე გავლენის შეფასებისათვის განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია ნივთიერებების რაოდენობა, რომელიც წრებრუნვაში იმყოფება, მისი გამოყენების ადგილმდებარეობა,

გარემოში ნივთიერებების მდგრადობა, მისი დაგროვების შესაძლებლობა, განსაკუთრებით ცოცხალ ორგანიზმებში. ჰაერის გამაჭუჭყიანებელ ნივთიერებათა კონცენტრაციის დონე დამოკიდებულია არა მარტო მათი წარმომქმნელი წყაროს თავისებურებებზე, არამედ მოცემული რაიონისათვის დამახასიათებელ მეტეოროლოგიურ პირობებზეც.

აღნიშნული პროცესების ურთიერთზემოქმედების გათვალისწინებით, შესაძლებელია ჰაერის გაჭუჭყიანების დონის პროგნოზირება, ე.ი. განისაზღვროს თუ რამდენად შეიძლება აღემატებოდეს ინგრედიენტთა (გამაჭუჭყიანებელ ნივთიერებათა) კონცენტრაცია ზღვ-ს.

პროგნოზირებას საფუძვლად უდევს სტატისტიკური კავშირი ქალაქის ჰაეროვანი აუზის ინგრედიენტთა კონცენტრაციასა და მეტეოროლოგიურ პირობებს შორის. ატმოსფეროს გაჭუჭყიანების მაღალი დონე დაკავშირებულია სუსტ ქართან და ატმოსფეროს მდგრად სტრათიფიკაციასთან (ტემპერატურის შემცირებული გრადიენტი, იზოთერმია ან ინვერსია - სიმაღლის მიხედვით ტემპერატურის მატება).

მინარევთა საშუალო კონცენტრაციის დონე უფრო მაღალია ტემპერატურის ინვერსიული განაწილების დროს, ვიდრე ჩვეულებრივ ამინდში - ინვერსიის გარეშე. მეტეოროლოგიურ ფაქტორებთან ერთად გაჭუჭყიანების ერთ-ერთ ძირითად მიზეზად მიიჩნევა ოროგრაფიული პირობები. მაგალითად, ქალაქ თბილისის მდებარეობა (ნახევრად ქვაბური) გაჭუჭყიანების ერთერთი მიზეზია, რადგან იგი იწვევს ჰაერის ვენტილაციის შესუსტებას და ტემპერატურული ინვერსიების წარმოქმნის ალბათობის გაზრდას.

შემაჯამებელი კითხვები

1. კლიმატის ცლილების გამომწვევი ბუნებრივი ფაქტორები.
2. კლიმატის ცლილების გამომწვევი ანთროპოგენური ფაქტორები.
3. სათბურის ეფექტი
4. ატმოსფეროს გაჭუჭყიანების ძირითადი წყაროები
5. მეტეოელემენტების გავლენა გარემოს გამჭუჭყიანებლებზე
6. გაჭუჭყიანების შეფასება

საქართველოს კლიმატი და კლიმატური რესურსები

საქართველოს კლიმატის ჩამოყალიბებაზე მრავალი ფაქტორი ახდენს გავლენას: ტერიტორიის განედური მდებარეობა, ადგილის სიმაღლე, ატმოსფეროს ცირკულაცია და ქვეფენილი ზედაპირის ხასიათი.

ჰაერის მასები საქართველოს ტერიტორიაზე დასავლეთიდან, აღმოსავლეთიდან და ორმხრივად იჭრებიან, ასევე ადილი აქვს ანტიციკლონალურ და ტალღურ აღრევებს სამხრეთ კავკასიის სამხრეთში განლაგებულ ფრონტზე. დასავლეთიდან შემოსვლის დროს, ადგილი აქვს ჰაერის ტემპერატურის დაწევას, ღრუბლიან და ნალექიან ამინდებს. შავ ზღვაზე გადმოვლისას ისინი იძენენ დიდი რაოდენობის ტენს და მოაქვთ უხვი ატმოსფერული ნალექები, უმთავრესად, დასავლეთ საქართველოში. აღმოსავლეთ საქართველოში კი ლიხის ქედის გადავლის შემდეგ, ტენით გაღარიბებულია. ზაფხულში ხშირია ტროპიკული ჰაერის მასების შემოჭრა, რომლებიც აყალიბებენ ცხელ და მშრალ ამინდებს.

აღმოსავლეთის შემოჭრის დროს საქართველოში აღმოსავლეთ ნაწილში კლებულობს ტემპერატურა, წარმოიქმნება ნისლი, ღრუბლები და ნალექი. დასავლეთში ძლიერი აღმოსავლეთის შემოჭრის დროსაც კი შენარჩუნებულია ნათელი და მშრალი ამინდი მაღალი ტემპერატურებით.

ძალზე იშვიათია ჰაერის მასების ორმხრივი შემოჭრა საქართველოს ტერიტორიაზე. ამ დროს დასავლეთ საქართველოში მოდის საშუალოდ 130 მმ, ხოლო აღმოსავლეთში - 80 მმ ნალექი.

დასავლეთის და აღმოსავლეთის პროცესების დასკვნით სტადიას წარმოადგენს ადგილობრივი ანტიციკლონალური ოლქი, რომელიც წარმოიქმნება ამიერკავკასიის ცენტრალურ რაიონებზე. ეს პროცესი განაპირობებს საქართველოში მშრალ ამინდს დაბალი ტემპერატურებით ზამთარში და მაღალი ტემპერატურებით ზაფხულში. დასავლეთ საქართველოში, განსაკუთრებით რიონის ხეობაში ქრის ძლიერი ქარი (ელიზბარაშვილი ნ. 2020:27)

დასავლეთის და ორმხრივი შემოჭრების უშუალო გაგრძელებას წარმოადგენს ტალღური აღრევა ამიერკავკასიის სამხრეთში. ინტენსიურად ვითარდება სამხრეთ კავკასიის აღმოსავლეთ ნაწილში, რაც განაპირობებს აღმოსავლეთ საქართველოში უფრო მეტი ნალექის მოსვლას ვიდრე დასავლეთში.

ტერიტორიის კლიმატურ თავისებურებებს მნიშვნელოვნად განსაზღვრავს ოროგრაფიული ბარიერებიც. ამ მხრივ, უპირველესად, უნდა აღინიშნოს კავკასიონის მთავარი წყალგამყოფი და გვერდითი ქედები, რომლებიც აფერხებენ ჩრდილოეთის ცივი ჰაერის მასების შემოდგომას საქართველოს ტერიტორიაზე. სწორედ კავკასიონი განაპირობებს იმას, რომ მთავარი წყალგამყოფი ქედის სამხრეთით მდებარე ტერიტორია სუბტროპიკულ სარტყელშია მოქცეული, მისგან ჩრდილოეთით კი ზომიერ სარტყელში. აღნიშნული ოროგრაფიული ბარიერის გარეშე, გაცილებით უფრო ცივი და მკაცრი კონტინენტური კლიმატი იქნებოდა საქართველოში. ასევე მნიშვნელოვანია ლიხისა და არსიანის ქედები, რომლებიც აფერხებენ დასავლეთიდან მომავალ ნოტიო ჰაერის მასების გავრცელებას. ამიტომ, დასავლეთი საქართველო უფრო ნალექიანია, ვიდრე აღმოსავლეთი. სწორედ ლიხისა და არსიანის ქედების თხემზე გადის საზღვარი ნოტიო და მშრალ სუბტროპიკებს შორის. მცირე კავკასიონიც საკმაოდ მნიშვნელოვან ოროგრაფიულ ბარიერს წარმოადგენს, რადგან იწვევს სამხრეთიდან მომავალი ცხელი ჰაერის მასების ზეგავლენის შესუსტებას. რომ არა მისი არსებობა, საქართველოში შედარებით უფრო ცხელი და მშრალი ჰავა იქნებოდა, განსაკუთრებით წლის თბილ პერიოდში.

შავი და კასპიის ზღვები განსხვავებულად ახდენენ ზეგავლენას საქართველოს კლიმატზე. კასპიის ზეგავლენა საქართველოს კლიმატზე ფაქტობრივად არ აღინიშნება. კასპიის ზღვა გავლენას ახდენს მხოლოდ მიმდებარე ტერიტორიებისა და მისკენ მიქცეული ფერდობების ჰავაზე (ელიზბარაშვილი ნ. 2020:27).

სამხრეთ კავკასიის მთათაშორისი ბარი ხელს უწყობს ჰაერის მასების თავისუფალ გადაადგილებასა და ვენტილაციას. ამიტომ, კლიმატოლოგებმა მას „ამიერკავკასიის დერეფანს“ უწოდებენ.

მზის ნათების საშუალო წლიური ხანგრძლივობა საქართველოში 1300-2550 საათია. ეს მაჩვენებელი ყველაზე მაღალია შირაქის ველსა და გარდაბნის ვაკეზე, სადაც იგი 2550 საათზე მეტია, ხოლო შედარებით მცირეა მაღალი ღრუბლიანობის გამო, კოლხეთის დაბლობზე (1800-2000 სთ-ს). კერძოდ, აჭარის ტერიტორიაზე და კავკასიონის მაღალმთიან ზონაში. სამხრეთ საქართველოს მაღალმთიანეთში, შედარებით მაღალია მზის ნათების ხანგრძლივობა. მთათაშორის ბარში რადიაციული ბალანსი შეადგენს 45-60 კკალ/სმ²-ს, ხოლო მთაში 10-20 კკალ/სმ²-ს. ქვეყნის ტერიტორიაზე რადიაციული ბალანსი დადებითია მთელი წლის განმავლობაში (გარდა მაღალი მწვერვალებისა).

შავი ზღვის აღმოსავლეთით მდებარეობამ მნიშვნელოვანი ზეგავლენა იქონია საქართველოს ჰავაზე. კერძოდ, უფრო თბილი და ნოტიო კლიმატი განაპირობა (უმთავრესად, მის დასავლეთ ნაწილში). ზღაზე ჰაერის მასების გადასვლისას ჯერდება ტენიით (ზამთარშიც კი, ვინაიდან ზღვა არ იყინება და წყალი ინტენსიურად ორთქლდება) და მიემართება საქართველოს ტერიტორიისაკენ.

ჰაერის ტემპერატურა საქართველოს ტერიტორიაზე იცვლება აბსოლუტური სიმაღლის ზრდის შესაბამისად. სიმაღლის ყოველ 100 მ-ზე აქ ტემპერატურა 0,2-0,9°C-ით ეცემა. ტემპერატურის წლიური ამპლიტუდა მინიმალურია შავი ზღვის სანაპიროზე და შეადგენს 16-17°C-ს, მაქსიმალური კი ელდარის დაბლობზე (26-27°C). ჰაერის საშუალო წლიური ტემპერატურა ყველაზე მაღალია შავი ზღვის სანაპიროზე (სოხუმში) და +14-15°C-ის ტოლია, ხოლო შიდა ქართლის ვაკეზე 9-13°C-ს არ აღემატება.

დასავლეთ საქართველოს ბარში ზამთარი შედარებით თბილია. იანვრის საშუალო ტემპერატურა, ზ.დ. 600-700 მ სიმაღლემდე, არასოდეს ჩამოდის 0°C-ზე დაბლა. განსაკუთრებით თბილია კოლხეთის დაბლობი და მიმდებარე გორაკ-ბორცვიანი ზოლი, სადაც უცივესი თვის (იანვრის) საშუალო ტემპერატურაა +4-5°C (ზუგდიდი, სენაკი, სამტრედია), შავი ზღვის სანაპირო ზოლში კი +5-6°C-ია (გაგრა, სოხუმი, ბათუმი). ამიტომ, აქ ზამთარშიც კი, მზიანი და თბილი ამინდები საკმაოდ ხანს გრძელდება. სწორედ ეს განაპირობებს ნოტიო სუბტროპიკული კულტურების ფართოდ გავრცელებას. რაც უფრო ვშორდებით შავი ზღვის სანაპიროს, მით უფრო ეცემა იანვრის

საშუალო ტემპერატურა. ერთსა და იმავე სიმაღლეზე იანვრის საშუალო ტემპერატურა $1-2^{\circ}\text{C}$ -ით უფრო ნაკლებია აღმოსავლეთ საქართველოში, ვიდრე დასავლეთში. ივრის ზეგანზე (კერძოდ, შირაქის ველზე) აღინიშნება უცივესი თვის ყველაზე დაბალი საშუალო ტემპერატურა ($-3,8^{\circ}\text{C}$) საქარველოს ბარის ფარგლებში. ჯავახეთის ზეგანზე ზამთარი ცივი და მკაცრია. აქ იანვრის საშუალო ტემპერატურა -8°C -ია. ჰაერის ტემპერატურის აბსოლუტური მინიმუმი (-41°C) აღრიცხულია სოფ. კარწახში (ზ.დ. 1860 მ., ახალქალაქის მუნიციპალიტეტი). იგი მიჩნეულია საქართველოს „სიცივის პოლუსად“. აბსოლუტური მინიმალური ტემპერატურა (-42°C) აღნიშნა ყაზბეგის მეტეოსადგურზე.

კოლხეთის დაბლობსა და მიმდინარე გორაკ-ბორცვიან ზოლს (ოჩამჩირე, ანაკლია, ზუგდიდი, სენაკი). ახასიათებს თბილი და ნოტიო ზაფხული ახასიათებს ივლისის საშუალო ტემპერატურა შავი ზღვის სანაპიროზე $+22-23^{\circ}\text{C}$ -ს შეადგენს. თუმცა, სამხრეთიდან ცხელი ჰაერის მასების შემოჭრისას, ჰაერის ტემპერატურა ცალკეულ დღეებში 40°C -ასაც კი აღწევს. აღმოსავლეთისკენ ივლისის საშუალო ტემპერატურა თანდათან მატულობს.

აღმოსავლეთ საქართველოს ბარში ზაფხული ცხელი და მშრალია. ივლისის საშუალო ტემპერატურაა $+23+25^{\circ}\text{C}$, გარდაბნისა და ალაზნის ვაკის სამხრეთ-აღმოსავლეთ ნაწილში უფრო მეტიც. ჯავახეთის ზეგანზე ზაფხული თბილია. 10°C -ზე მაღალი საშუალო ტემპერატურები აქ 4-5 თვის განმავლობაში აღინიშნება (უთბილესი თვის საშუალო ტემპერატურაა $+17^{\circ}\text{C}$). ჰაერის ტემპერატურის აბსოლუტური მაქსიმუმი ($+43^{\circ}\text{C}$) აღინიშნა სამტრედიიაში და სოფ. ლათაში (მდ. კოდორის ხეობაში, გულრიფშის რაიონი), ასევე სოფ. ჭარნალში (კახაბრის ვაკეზე, ხელვაჩაურის მუნიციპალიტეტი).

ატმოსფერული ნალექების წლიური რაოდენობა საქართველოს ტერიტორიაზე მერყეობს 400-4500 მმ-ის ფარგლებში. კერზოდ, მინიმალური 400 მმ დაფიქსირდა ელდარის ვაკეზე, ხოლო მაქსიმალური 4500 მმ მთა მტირალზე (ჩაქვის ქედის ზღვისკენ მოქცეულ ფერდობზე). ცალკეულ წლებში მ. მტირალაზე მოსული ატმოსფერული ნალექების რაოდენობა 5000 მმ-საც აღემატება. დასავლეთ საქართველო უფრო უზვნალექიანია (ნალექების რაოდენობა არსად არ არის 1000 მმ-ზე ნაკლები), ვიდრე

აღმოსავლეთი უზენაღეჭიანობის მეორე პოლუსად სახელდება აფხაზეთის კავკასიონი, სადაც მისი რაოდენობა 3000 მმ-ზე მეტია. საქართველოს ტერიტორიაზე ატმოსფერული ნალექების რაოდენობა დასავლეთიდან აღმოსავლეთის მიმართულებით მცირდება და აღმოსავლეთ საქართველოს ბარში მისი საშუალო რაოდენობა 400-500 მმ-ს შეადგენს. აქ ყველაზე მეტი ნალექი (800-1000 მმ) ალაზნის ვაკეზე, კახეთის კავკასიონის სამხრეთ ფერდობზე მოდის.

ატმოსფეროს ქვედა ფენებში ქარების რეჟიმი დამოკიდებულია მრავალ ფაქტორზე და იგი გარკვეული სირთულით ხასიათდება. ეს განპირობებულია ზღვისა და ხმელეთის არათანაბარი გათბობით, ქვეფენილი ზედაპირის ხასიათით და სხვ. საქართველოს ტერიტორიაზე ქარების რეჟიმზე უდიდეს გავლენას ახდენს შავი ზღვა. დასავლეთ საქართველოში წლის ცივ პერიოდში გაბატონებულია აღმოსავლეთის ქარები, წლის თბილ პერიოდში კი, დასავლეთის ქარები. ზაფხულში დამახასიათებელია ზღვიური ქარები – *ბრიზები*, რომლებიც ტერიტორიის სიღრმეში 130-135 კმ მანძილზე ვრცელდება. აღმოსავლეთ საქართველოში თითქმის მთელი წლის მანძილზე ქრის დასავლეთისა და ჩრდილო-დასავლეთის ქარები. სამხრეთი საქართველო ქარის მცირე სიჩქარით გამოირჩევა. ქარის სიჩქარე განსხვავებულია საქართველოს სხვადასხვა რეგიონში. იგი მაქსიმალურია მაღალმთიან ზოლში. მ.მყინვარწვერის კალთებზე ქარის საშუალო სიჩქარე შეადგენს 6,3 მ/წმ, ცალკეულ შემთხვევაში 45 მ/წმ-აც აღწევს. ძლიერქარიან (15 მ/წმ-ზე მეტი სიჩქარე) დღეთა რაოდენობა ცვალებადობს 0,2-დან სოფ. ჭრებალო (ამბროლაურის მუნიციპალიტეტი) 162 დღემდე – მ. საბუეთი ლიხის ქედზე (ხარაგაულის მუნიციპალიტეტი).

საქართველოს ტერიტორიისთვის მახასიათებელი ჰავის ტიპები, რომელიც გამოყოფილია ტენიანობისა და თერმული პირობების მიხედვით

1. სემიჰუმიდური,
2. სემიარიდული,
3. არიდული,
4. სუბხმელთაშუაზღვიური (ტენიანობა)
5. სუბტროპიკული, ზომიერად თბილი, ზომიერი, ზომიერად ცივი, ცივი

თერმული პირობების მიხედვით:

1. ნოტიო სუბტროპიკული ოლქი მოიცავს: ზღვისპირა და მთიანი კოლხეთის ქვეოლქებს
2. ზომიერად ნოტიო და მშრალი სუბტროპიკული ჰავის ოლქი: შიდა და ქვემო ქართლის, გარე და შიგა კახეთის ქვეოლქებით,
3. ზომიერად მშრალი ჰავის ოლქი (სამცხე-ჯავახეთი)
4. ზომიერად ნოტიო და ნივალური ოლქი (ჩრდილოეთ საქართველო)
5. მშრალი სუბტროპიკული ჰავის ოლქი (ელდარის ველი).

შემაჯამებელი კითხვები

1. საქართველოს კლიმატწარმოქმნელი ფაქტორები
2. კლიმატურ თავისებურებების განსაზღვრელი ოროგრაფიული ბარიერები
3. მეტეოელემენტების ცვალებადობა საქართველოს ტერიტორიაზე
4. საქართველოს ტერიტორიისთვის მახასიათებელი ჰავის ტიპები ტენიანობისა და თერმული პირობების მიხედვით

გამოყენებული ლიტერატურა

1. კორძაია მ. - „საქართველოს ჰავა“. თბილისი 1961
2. კოტარია ა. - „ზოგადი მეტეოროლოგია და კლიმატოლოგია“. ნაწ. I. თსუ. თბილისი 1972
3. კოტარია ა. - „ზოგადი მეტეოროლოგია და კლიმატოლოგია“. ნაწ. II. თსუ. თბილისი 1973
4. ჯავახიშვილი შ. - „საქართველოს სსრ კლიმატოგრაფია“. თბილისი 1977
5. ჯავახიშვილი შ. - „მეტეოროლოგია-კლიმატოლოგია“ თსუ-ს გამომცემლობა. თბილისი 1984
6. ელიზბარაშვილი ე. - „საქართველოს კლიმატური რესურსები“. თბილისი 2007
7. მელაძე მ., - სატყეო მეტეოროლოგია და კლიმატოლოგია. გამომცემლობა „უნივერსალი“, თბილისი 2011
8. ბერიტაშვილი ბ. - „კლიმატი და მისი ცვლილება“. თბილისი 2012
9. მელაძე გ., მელაძე მ. - „საქართველოს დასავლეთ რეგიონების აგროკლიმატური რესურსები“. თბილისი 2012
10. კლიმატის ცვლილებასთან ადაპტაციის გზამკვლევი USAID Georgia. თბილისი 2016
11. ელიზბარაშვილი ე. - „საქართველოს ჰავა“. თბილისი 2017
12. კვაბზირიძე მ. - “იმერეთის კლიმატი გლობალური დათბობის ფონზე და მისი ზეგავლენა ეკონომიკასა და ბუნებრივ ეკოსისტემებზე” - სადოქტორო დისერტაცია. აწსუ 2018
13. ელიზბარაშვილი ნ. - „კლიმატი და კლიმატური რესურსები“ . საქართველოს საზოგადოებრივი გეოგრაფია, თსუ. 2020
https://www.tsu.ge/assets/media/files/48/nashromebi/Saqartvelos_Sazogadoebrivi_Geografia.pdf
14. Гребенюк Г.Н., Ходжаева Г.К. – Метеорология и климатология. Издательство НГГУ, 2012
15. Червяков М.Ю., Нейштадт Я.А. – Актинометрические методы измерений. Саратов 2018
16. <https://ik-ptz.ru/ka/testy-ege---2014-po-fizike/obshchaya-massa-atmosfery-vertikalnoe-stroenie-atmosfery.html>

შინაარსი

1. მეტეოროლოგიისა და კლიმატოლოგიის კვლევის საგანი და ამოცანები-----	3
2. მეტეოროლოგიის განვითარების ისტორია; მეტეოროლოგიური დაკვირვებები-----	9
3. ატმოსფეროში მიმდინარე მოვლენების შესწავლის მეთოდები-----	13
4. ატმოსფერო, ატმოსფეროს სტრუქტურა; ატმოსფეროს ფენები და ფიზიკური თვისებები-----	19
5. წყლის ორთქლი, აიროვანი და აეროზოლური მინარევები ატმოსფეროში-----	26
6. მზის რადიაცია -----	30
7. დედამიწის ზედაპირის რადიაციული ბალანსი -----	38
8. ატმოსფეროს ტემპერატურული რეჟიმი; ჰაერის ტემპერატურის გაზომვა -----	44
9. ატმოსფერული წნევა და წნევის გამზომი ხელსაწყოები-----	55
10. ჰაერის მასები, ატმოსფეროს ცირკულაცია და ატმოსფერული ფრონტი -----	62
11. ჰაერის მასების მოძრაობა. ქარი -----	70
12. ქარის მიმართულებისა და სიჩქარის გამზომი ხელსაწყოები-----	78
13. წყლის ორთქლი ატმოსფეროში-----	81
14. ღრუბლების წარმოქმნა და მათი კლასიფიკაცია-----	86
15. ჰაერის ტენიანობის გაზომვა-----	89
16. ატმოსფერული ნალექები-----	92
17. ნალექების გაზომვა -----	100
18. ამინდი, ამინდის პროგნოზი -----	106
19. ამინდის წინასწარმეტყველება ადგილობრივი ნიშნებით-----	108
20. კლიმატი და მისი წარმომქმნელი ფაქტორები-----	111

21.კლიმატის ცვლილება-----	124
22.კლიმატის ცვლილების გამომწვევი ბუნებრივი და ანთროპოგენური ფაქტორები. სათბურის ეფექტი-----	127
23.ატმოსფეროს გაჭუჭყიანების ძირითადი ასპექტები-----	130
24.საქართველოს კლიმატი და კლიმატური რესურსები-----	133

გამოყენებული ლიტერატურა